

1970:27

# DE OEFENSTABIELE ONDERBEENSOSTEOSYNTHESE

Een vergelijkend onderzoek naar de waarde van de fixatie  
van de fractura cruris met behulp van de AO compressieplaat

## PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DE GRAAD VAN DOCTOR IN DE  
GENEESKUNDE AAN DE MEDISCHE FACULTEIT TE ROTTERDAM,  
OP GEZAG VAN DE DECAAN PROF. D.C. DEN HAAN,  
HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT DER GENEESKUNDE,  
TEGEN DE BEDENKINGEN VAN DE FACULTEIT DER GENEESKUNDE  
TE VERDEDIGEN OP DONDERDAG 26 MAART 1970  
TE 16.00 UUR PRECIES

DOOR

JOHANNES BENDER

GEBOREN TE MARUM (Gr.) IN 1934

1970

DRUKKERIJ BRONDER-OFFSET N.V.  
ROTTERDAM

PROMOTOR: PROF. DR. H. MULLER  
CO-PROMOTOREN: PROF. DR. J. MOLL en DR. W. VAN DER SLIKKE, chirurg

voor mijn vader

## INHOUD

INLEIDING	9
HOOFDSTUK I	
De methode van onderzoek	12
HOOFDSTUK II	
Bespreking van het patiëntenmateriaal	16
HOOFDSTUK III	
Overzicht van de gebruikte behandelingsmethoden	25
HOOFDSTUK IV	
Kwantitatieve aspecten van de toegepaste behandelings- methoden	45
HOOFDSTUK V	
Opgetreden complicaties	59
HOOFDSTUK VI	
Het naonderzoek	64
HOOFDSTUK VII	
Statistisch onderzoek naar de invloeden, die de prog- nose van de fractura cruris hebben bepaald	77
HOOFDSTUK VIII	
Bespreking van de resultaten van de toegepaste behan- delingen bij fracturen van verschillende aard	86



HOOFDSTUK IX	
Samenvatting, beschouwingen en conclusies	98
SUMMARY AND CONCLUSIONS	108
DRIE ILLUSTRATIEVE PATIENTEN	113
BIJLAGE A	121
GERAADPLEEGDE LITERATUUR	123
NASCHRIFT	135
CURRICULUM VITAE	136

*Science is a first-rate piece of furniture for a man's upper-chamber, if he has common sense on the ground-floor.*

*(O.W. Holmes, Medical Essays).*

## INLEIDING

Fracturengenezing is een biologisch herstelproces met een aantal mechanische aspecten. Van deze zijn er twee van groot praktisch belang, omdat zij rechtstreeks door een medische behandeling te beïnvloeden zijn. Dit zijn de repositie en de immobilisering van het gebroken bot; iedere fractuurbehandeling streeft immobilisering van de betrokken botfragmenten na nadat een zo goed mogelijke stand is bereikt door repositie.

Het is gebruikelijk de behandelingsmethoden van fracturen in te delen in conservatieve en operatieve. Bij de conservatieve behandeling wordt de repositie door manipulatie tot stand gebracht en de immobilisering van het gebroken bot bewerkstelligd met uitwendige middelen, doorgaans met behulp van een gipsverband. Bij de operatieve fractuurbehandeling daarentegen wordt de repositie door een chirurgische ingreep nagestreefd en in de meeste gevallen met behulp van een implantaat gehandhaafd.

Beide behandelingswijzen hebben hun voor- en nadelen. In zekere zin worden van beide methoden zowel de voor- als de nadelen aangetroffen bij een veel toegepaste behandelingswijze van fracturen, te weten osteosynthese aangevuld met gipsbehandeling.

Deze gecombineerde handelwijze heeft voor de fractura cruris een zekere populariteit verkregen en het is ongetwijfeld mogelijk op deze wijze goede behandelingsresultaten te bereiken.

Het is een bekend feit dat een werkelijk doeltreffende immobilisering van gewrichten gedurende langere tijd nadelige gevolgen voor deze gewrichten heeft; het gipsverband, dat bij de behandeling van de fractura cruris wordt gebruikt, immobiliseert de spronggewrichten meestal grondig en een verminderde functie van deze gewrichten is dan ook bij een naonderzoek geen zeldzame waarneming.

De enige manier evenwel om het immobiliserende gipsverband te vermijden is de *oefenstabiele osteosynthese*. Deze operatieve behandelingsmethode — waarbij met behulp van een fors implantaat een zó stevige inwendige fixatie wordt verkregen dat uitwendige steun van de extremiteit voor de fractuurgenezing overbodig wordt — kan theoretisch als een ideale worden aangemerkt. Enerzijds wordt het bot doeltreffend geïmmobiliseerd, hetgeen voor consolidatie een vereiste is, terwijl anderzijds de weke delen vrijelijk kunnen bewegen, hetgeen de functie van de betrokken gewrichten onverminderd handhaaft en spieratrofieën tot een minimum beperkt.

Het beginsel van de oefenstabiele osteosynthese is al zeer oud, maar niet wijd verbreid. In het laatste decennium evenwel heeft het een pleitbezorger gevonden in de in 1958 in Zwitserland opgerichte *Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen*, verder korthedshalve aangeduid met AO.

Voortbouwend op het werk van vroegere voorstanders van een operatieve fractuurbehandeling heeft deze werkgroep het bestaande orthopaedische instrumentarium en fixatiemateriaal uitgebreid en vervolmaakt. Bovendien werden de gangbare implantatietechnieken in studie genomen en werden naonderzoekingen van patiënten uitgevoerd; dit alles met het oogmerk voor bepaalde fracturen de meest geschikte behandelingsmethode vast te stellen. Voorts stelt de AO zich ten doel deugdelijk gebleken osteosynthesemethoden enigermate te standaardiseren en door middel van cursussen een ruimere bekendheid te geven.

Onder deze invloeden onderging de behandeling van de fractura cruris in de heelkundige afdeling van het Ziekenhuis Dijkzigt medio 1965 een tamelijk ingrijpende wijziging: de techniek van de conservatieve behandelingsmethode bleef ongewijzigd, maar de schuifplaatfixatie volgens Eggers, die sinds 1950 in vele gevallen was toegepast, werd geheel vervangen door de AO compressieplaatfixatie. Bovendien werd het indicatiegebied voor een operatieve behandeling geleidelijk verruimd.

Uiteraard beoogde deze wijziging een verbetering van de anatomische en functionele resultaten. Dit proefschrift heeft dan ook tot doel om eventuele verschillen in het bereikte eindresultaat te signaleren en zo mogelijk te analyseren.

Hiertoe werd een naonderzoek verricht van alle patiënten met onderbeensfracturen behandeld tussen maart 1965 en september 1967, zijnde de groep, waarin een ruim gebruik werd gemaakt van de



AO plaat. Als controlegroep werd onderzocht het totale patiënten-materiaal aan onderbeensfracturen vanaf januari 1962 tot en met maart 1965, een groep waarbij geen gebruik werd gemaakt van de AO plaat, maar wel in vele gevallen van de schuifplaat volgens Eggers.

Voor zover ons bekend is in de literatuur een dergelijk *vergelijkend* onderzoek naar de eventuele waarde van de AO onderbeens-osteosynthese nog niet beschreven.

Met nadruk moet worden vastgesteld dat het hier een retrospectief onderzoek betreft, waarin met elkaar worden vergeleken twee groepen, die beide een aanzienlijk percentage plaatfixaties tellen. Een dergelijk onderzoek kan derhalve geen steekhoudende argumenten opleveren tot rechtvaardiging van osteosynthese als zodanig.

# HOOFDSTUK I

## DE METHODE VAN ONDERZOEK

Het beste is, het raadsel te vergroten.  
(H. Mulisch 1966, Voer voor psychologen).

Teneinde uit te maken of wijziging van de therapeutische benadering van de fractura cruris tot betere eindresultaten heeft geleid, moeten wij de bereikte resultaten vergelijken van twee groepen patiënten, die een behandeling ondergingen vóór, respectievelijk ná het tijdstip, waarop de behandeling op een aantal punten werd gewijzigd.

Het is echter niet geoorloofd alléén op grond van de gevonden verschillen in bereikt eindresultaat vérstrekkende conclusies te trekken over de doeltreffendheid van deze of gene therapie; immers de behandeling van een aandoening is in het gunstigste geval slechts één van de prognosebepalende factoren voor deze aandoening. Wij zijn dan ook alléén gerechtigd over deze behandeling als zodanig een oordeel uit te spreken, wanneer kan worden aangetoond dat deze prognosebepalende factor het eindresultaat in een bepaalde zin heeft beïnvloed, onafhankelijk van de andere prognosebepalende factoren. Anders gezegd: therapie A is slechts dán beter dan therapie B, wanneer kan worden aangetoond dat de eindresultaten in een groep, behandeld volgens therapie A, beter zijn dan in een groep, behandeld volgens therapie B, en dat de groepen bovendien, afgezien van de therapie, volledig vergelijkbaar zijn. Een tweede vereiste is dat de gevonden verschillen in eindresultaat niet zo klein zijn, dat zij kunnen worden toegeschreven aan de rol van het toeval.

Naar aanleiding van het bovenstaande doet zich onmiddellijk de vraag voor, welke dan wel deze prognosebepalende factoren zijn.

In de literatuur over de fractura cruris (L. Böhler e.a. 1957, E.A. Nicoll 1964, P. Edwards 1965) wordt om deze vraag te kunnen beantwoorden de volgende werkwijze zeer veel toegepast: van iedere

patiënt met een fractura cruris worden vele kenmerken genoteerd, die mogelijkwijs voor de prognose van belang zijn. Deze kenmerken kan men op overzichtelijke wijze op lijsten coderen; nadere bestudering van het totale patiëntenmateriaal leert dan dat er tussen bepaalde waarnemingen een zeker verband kan worden gevonden. Dit kan onder meer leiden tot de constatering dat de prognose van de fractura cruris vooral door lokale kenmerken wordt bepaald. "Fractuur-genezing is een plaatselijk proces".

In dit kader is een bekende waarneming dat fracturen met een grote initiële dislocatie trager consolideren dan fracturen met geen of met een geringe dislocatie. Deze conclusie trekt men dan op grond van het feit dat van de gedислоceerde fracturen een hoger percentage valt in de groep met een langere consolidatieduur dan van de niet gedислоceerde. Op dezelfde wijze tewerk gaande kan men ook vinden dat de open fracturen een langere consolidatieduur bezitten dan de gesloten. Zo is het mogelijk nog meer prognosebepalende variabelen uit een patiëntenmateriaal af te leiden, waarbij het gebruikelijk is de consolidatieduur en het bereikte eindresultaat als beoordelingscriteria te nemen.

Deze methode voldoet vooral *dán*, wanneer er één min of meer gestandaardiseerde behandelingswijze is toegepast. Wanneer er evenwel, zoals in ons onderzoek het geval is, meerdere behandelingen naast elkaar zijn gebezigd, wordt deze werkwijze minder doorzichtig. Immers, naast een aantal "fractureigenschappen" moeten dan ook de diverse behandelingsmethoden als evenzovele prognosebepalende variabelen worden beschouwd. Dit echter als variabelen van een bijzonder karakter: omdat er geen enkele behandeling aselekt werd toegepast hebben wij te maken met een patiëntenmateriaal aan onderbeensfracturen, waarin diverse onafhankelijke én afhankelijke variabelen tezamen — en in onvolledig bekende onderlinge samenhang — de prognose bepalen.

Het is niet moeilijk in te zien dat bij een dergelijke veelheid van invloedsfactoren het bepalen van de juiste waarde van slechts enkele van deze factoren een zeer moeilijke opgave is, een opgave, die statistisch gezien niet vrij kan zijn van het compromis.

In dit retrospectieve onderzoek werd tot de volgende werkwijze besloten:

- A. Van de twee groepen patiënten met onderbeensfracturen worden de aanwezige eigenschappen, die mogelijk prognosebepalend zijn,



met elkaar vergeleken. Vervolgens zal worden vergeleken, welke eindresultaten voor de groepen als geheel werden bereikt.

(De hoofdstukken II, IV, V en VI hebben betrekking op dit deel van het onderzoek).

Indien mocht blijken dat de twee groepen wat betreft hun eigenschappen vergelijkbaar zijn, maar verschillen in eindresultaat, dan is het waarschijnlijk dat deze verschillen moeten worden toegeschreven aan de wijzigingen in de behandeling.

- B. Mocht deze werkwijze niet tot een duidelijke uitspraak leiden, dan willen wij proberen na te gaan of er bepaalde, *afzonderlijke* kenmerken bij patiënten met een fractura cruris kunnen worden gevonden, die in combinatie met een bepaalde behandeling een beter resultaat opleveren dan in combinatie met een andere behandeling het geval is.

(Deze fase van het onderzoek wordt beschreven in hoofdstuk VII).

- C. Wanneer ook dit deel van het onderzoek geen duidelijke conclusie mocht opleveren dan willen wij nog proberen of er een bepaalde *combinatie* van prognosebepalende eigenschappen in ons materiaal kan worden opgespoord, die met een bepaalde behandeling een beter eindresultaat heeft gegeven dan met een andere behandeling (hoofdstuk VIII).

Van iedere patiënt werd een formulier aangelegd, waarop in cijfercode alle gegevens werden geregistreerd, die mogelijkerwijs van belang zouden kunnen zijn bij het trekken van conclusies uit het materiaal. Dit formulier (zie bijlage A) telt 5 delen, te weten

- A administratieve gegevens en bijzonderheden van de patiënt,
- B kenmerken van het fractuurgebied,
- C gegevens omtrent de behandeling,
- D complicaties,
- E resultaten, bij naonderzoek gevonden.

Om al deze gegevens te verkrijgen werden alle ziektegeschiedenissen van de betrokken patiënten en alle tijdens de behandeling vervaardigde röntgenfoto's geraadpleegd. Voor zover mogelijk werden alle patiënten opgeroepen voor een naonderzoek, dat werd uitgevoerd door één onderzoeker. De informatie van de formulieren werd op ponsbanden overgebracht, zodat computerbewerking mogelijk werd wat betreft tellingen en statistische berekeningen.

Slechts vier categorieën patiënten werden van dit onderzoek uitgesloten:

- a kinderen jonger dan 15 jaar,
- b patiënten met pathologische fracturen,
- c patiënten, die kort na opname aan een ernstig nevenletsel (meestal een schedeltrauma) overleden,
- d patiënten met een zo ernstig trauma van de extremititeit, dat een primaire amputatie moest worden uitgevoerd.

Onderbeensfracturen met fractuurlijnen, doorlopend tot in een gewricht, werden wel in het onderzoek betrokken, maar typische tibia-plateafracturen, alsook enkel- en fibulafracturen werden niet onderzocht.

Tenzij anders wordt vermeld, is in de volgende hoofdstukken voor de opsporing van verschillen steeds gebruik gemaakt van de  $\chi^2$  toets. Verschillen worden als significant beschouwd wanneer  $P \leq 0.05$ .

Het aantal onderzochte patiënten van groep I bedraagt 251, dat van groep II 202. Het komt evenwel herhaaldelijk voor, dat bij patiënten bepaalde gegevens, waarnemingen of resultaten bewust niet werden geregistreerd. Een voorbeeld moge dit verduidelijken. Bij een patiënt met een contusio cerebri, een fractura cruris en een ipsilaterale enkelfractuur werden de opnameduur en een bij het naonderzoek gevonden verminderde enkelfunctie niet als zodanig vastgelegd, omdat niet vast staat welk deel van deze waarnemingen voor rekening komt van de fractura cruris.

Wanneer er dus bij bepaalde aspecten noodzakelijkerwijs patiënten moesten worden weggelaten, dan blijkt dit steeds uit het feit, dat de totale aantallen van groep I en II in dergelijke gevallen kleiner zijn dan 251, resp. 202.



## HOOFDSTUK II

### BESPREKING VAN HET PATIENTENMATERIAAL

Qui numerare incipit, errare incipit.

De eigenschappen, die wij bij de patiënten van onze twee groepen hebben aangetroffen, zullen hieronder worden gerangschikt, waarbij in tabellen de absolute aantallen worden weergegeven. Terwille van de duidelijkheid zullen deze getallen nog eens procentueel in diagrammen worden afgebeeld. Van iedere patiënt werden zowel algemene als plaatselijke kenmerken, die mogelijk van belang zouden kunnen zijn voor de prognose van de fractura cruris, genoteerd.

De registratie van de *algemene kenmerken* omvat: de leeftijd van de patiënt, het ongevalsmechanisme, het geslacht van de patiënt en de aanwezigheid van nevenletsels (codering van deze gegevens vond plaats op het formulier bijlage A, afdeling A).

Van de volgende *plaatselijke kenmerken* werd registratie uitgevoerd: hoogte van de fractuur, fractuurtype, toestand van de fibula, een eventuele intra-articulaire uitbreiding, de initiële dislocatie van de fractuur en de aanwezigheid van een wond (deze gegevens werden in code genoteerd op het formulier bijlage A, afdeling B).

#### A. Algemene kenmerken van de patiënten.

##### 1. De leeftijdsopbouw van het materiaal was als volgt:

	Groep I	Groep II	
15-30 jaar	85	74	
30-45 "	53	42	
45-60 "	63	48	
60-75 "	42	27	
Totaal	251	202	(zie fig.1)

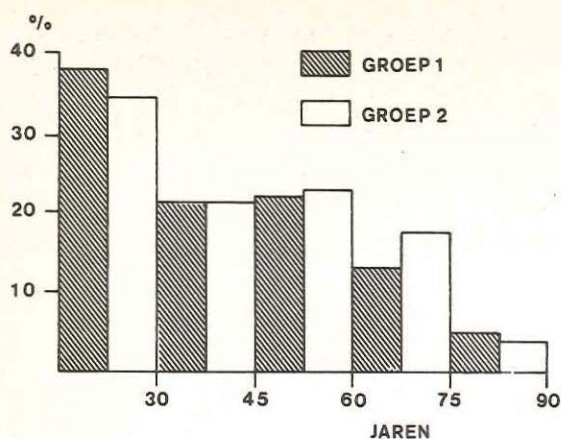


Fig.1. Leeftijdsopbouw van het patiëntenmateriaal.

De leeftijdsverdeling is dus nagenoeg gelijk.

2. Van alle patiënten werd anamnestic het *ongevalsmechanisme* nagegaan, waarbij de oorzakelijke momenten in zes categorieën werden ingedeeld en de volgende verdeling werd gevonden:

ongevalsmechanisme	Groep I	Groep II
a. op het werk getroffen	33	26
b. met brom- of motorfiets verongelukt	58	51
c. overig verkeersongeval	85	71
d. voetbal	20	16
e. overige sport	5	6
f. "gevallen"	50	32
Totaal	251	202

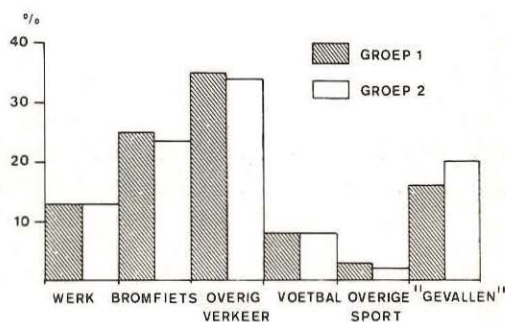
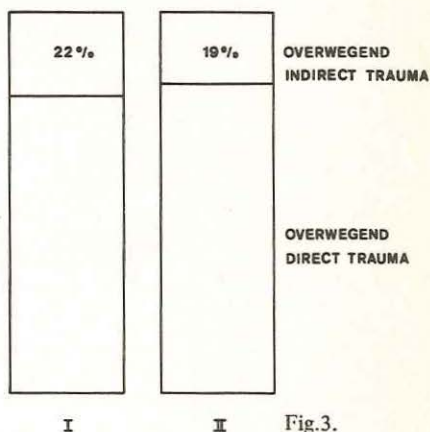


Fig.2. Aard ongeval.

Ook hier is een praktisch gelijke verdeling naar diverse oorzaken in beide patiëntengroepen aanwezig. Het is duidelijk dat de fracturen voornamelijk het gevolg waren van ongevallen in verkeer en industrie. Uiteraard zullen wij opnieuw een zelfde soort verdeling vinden, wanneer wij de oorzakelijke categorieën a, b, c, en d in één groep onderbrengen (direct inwerkend geweld) en de categorieën e en f in een tweede (indirect inwerkend geweld). Er wordt dan gevonden:

	Groep I	Groep II
<i>overwegend direct trauma</i>	196	164
<i>overwegend indirect trauma</i>	55	38
Totaal	251	202



### 3. *Geslacht.*

Door het sterk overheersen van slachtoffers van verkeer en industrie zijn de mannen in het patiëntenmateriaal veel sterker vertegenwoordigd en vormen 72 % van groep I en 77 % van groep II.

#### 4. Zijde.

De links-rechtsverdeling is ongeveer gelijk:

54 % van de fracturen van groep I is links gelocaliseerd en

52 % van de fracturen van groep II

(de dubbelzijdige fractura cruris werd in dit onderzoek administratief verwerkt als betrof het twee afzonderlijke fracturen).

#### 5. Nevenaandoeningen.

De nevenaandoeningen, die aanwezig waren bij de patiënten met een fractura cruris, werden als volgt geklassificeerd:

	Groep I	Groep II
a. geen nevenaandoening	163	113
b. nog een tweede fractuur aan dezelfde extremiteit	27	21
c. fractuur andere been	5	10
d. letsel van het centrale zenuwstelsel	19	21
e. borst- of buikletsel	1	2
f. prae-existent intern of neurologisch lijden	21	19
g. combinaties van b t/m f	15	16
Totaal	251	202

Uit deze tabel blijkt dat er geen opvallende verdelingsverschillen in beide groepen bestaan wat betreft de aanwezigheid van nevenaandoeningen. Wanneer wij om een wat overzichtelijker verdeling te krijgen de categorieën a en f samennemen (patiënten zonder nevenletsels) en anderzijds de overige categorieën (alle meervoudig gekwetsten tezamen) dan wordt de volgende verdeling gevonden:

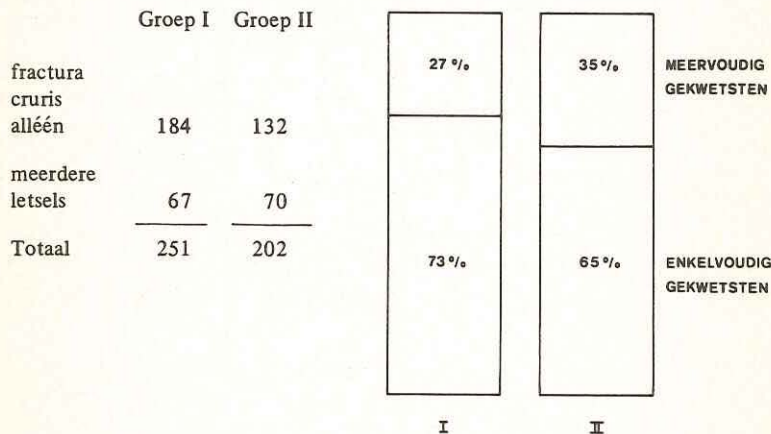


Fig.4. Verhouding tussen enkel- en meervoudig gekwetsten.



Met de geconstateerde geringe toeneming van de meervoudig gekwetsten is in overeenstemming de waarneming dat een lichte stijging werd gevonden van het aantal patiënten met een fractura cruris, dat vóór het einde van de behandeling overleed, ofwel een primaire amputatie moest ondergaan.

(Deze patiënten werden, zoals reeds vermeld, niet in het onderzoek opgenomen. In groep I bedroeg het aantal patiënten dat overleed 11, terwijl er één primaire amputatie werd uitgevoerd. Gedurende de behandelingsperiode van groep II bedroeg dit aantal 18, respectievelijk 3).

## B. Plaatselijke kenmerken.

### 1. Hoogte van de fractuur.

Er werd nagegaan in welk gedeelte van de tibia de fractuur zich bevond. Hierbij werd de volgende verdeling gevonden:

		Groep I	Groep II
bovenste	1/3e gedeelte	32	17
middelste	1/3e gedeelte	109	81
onderste	1/3 gedeelte	110	104
Totaal		251	202

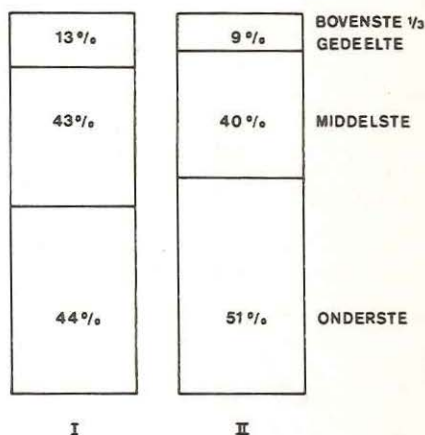


Fig.5. Hoogte van de fracturen.



Hierbij moet worden vermeld dat dubbele fracturen werden geregistreerd als gelocaliseerd in het onderste tibiagedeelte;

in groep I waren dit 10 fracturen (4 % van het totaal)  
en in groep II waren dit 16 fracturen (8 % van het totaal).

Er valt hoe dan ook een lichte stijging van de distale fractuurlocalisatie te constateren.

## 2. Fractuurtype.

De volgende drie fractuurtypen werden onderscheiden op grond van de bevindingen bij röntgenonderzoek:

- a. overwegend dwars
- b. overwegend longitudinaal
- c. comminutief.

In dit onderzoek is een fractuur *dwars* genoemd wanneer de fractuurlijn met de as van de tibia een hoek vormde tussen  $45^{\circ}$ - $135^{\circ}$ ; bij de *longitudinale* fractuur was deze hoek kleiner dan  $45^{\circ}$  of groter dan  $135^{\circ}$ . De *comminutieve* fractuur is gekenmerkt door de aanwezigheid van minstens twee losse fragmenten, die in grootte de tibiadoorsnede benaderen. (Een veel voorkomend fractuurtype, waarbij één los vliedervormig tussenstuk aanwezig is, werd gerekend tot de dwarse fracturen). De volgende verdeling werd gevonden:

	Groep I	Groep II
dwars	122	99
longitudinaal	77	45
comminutief	52	58
Totaal	251	202

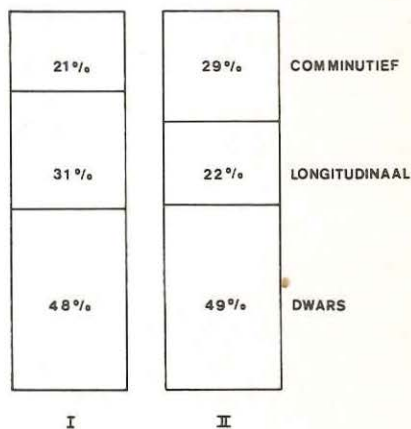


Fig.6. Verdeling naar fractuurtype.

Uit deze waarneming blijkt een lichte relatieve en absolute toename van de comminutieve fracturen (zie fig.6).

### 3. Toestand van de fibula.

Genoteerd werd tevens of de fibula mede was gebroken, dan wel intact was gebleven.

	Groep I	Groep II	
intact	48	38	Uit deze getallen blijkt, dat in beide groepen bij 19 % van de patiënten de fibula intact was. (Hoewel strikt genomen de fractura cruris moet worden gedefinieerd als een fractuur van zowel tibia als fibula, werd in deze studie geen onderscheid gemaakt tussen
gebroken	203	164	
Totaal	251	202	

fractura cruris en fractura tibiae; bij beide toestanden van de extremiteit doen zich naar onze mening ongeveer dezelfde problemen voor).

### 4. Intra-articulaire uitbreiding.

Ook werd geregistreerd of de fractura cruris een intra-articulaire uitbreiding vertoonde, waarbij de volgende waarnemingen werden gedaan:

	Groep I	Groep II	
uitbreiding tot in knie-gewricht	10 (4 <sup>0</sup> / <sub>6</sub> )	8 (4 <sup>0</sup> / <sub>6</sub> )	De stijging van het aantal tot in het enkelgewricht doorlopende fracturen is in overeenstemming met de bevinding dat er in groep II een toeneming van de distale fractuurlocalisatie werd gevonden.
uitbreiding tot in enkel-gewricht	9 (3 <sup>0</sup> / <sub>6</sub> )	20 (10 <sup>0</sup> / <sub>6</sub> )	

### 5. Dislocatie.

Aan de hand van de bij binnenkomst van de patient gemaakte röntgenfoto's werd de initiële fractuurdislocatie geregistreerd. Bij het schatten hiervan werd de schachtbreedte als maatstaf genomen. Als parameter voor het weke delen letsel heeft de dislocatie van de fractuur maar een betrekkelijke waarde, omdat veel fracturen bij binnenkomst in het ziekenhuis niet meer de initiële fractuurdislocatie bezitten.

Wanneer wij van beide groepen nagaan hoeveel fracturen minder, respectievelijk meer dan een halve schachtbreedte waren gedislodgeerd (waarbij eenvoudige angulaties tot de eerste categorie werden gerekend) werd de volgende verdeling gevonden:

	Groep I	Groep II
minder dan een halve schachtbreedte gedisloceerd	181	131
meer dan een halve schachtbreedte gedisloceerd	70	71
Totaal	251	202

Groep II vertoont dus een geringe stijging van het percentage fracturen die méér dan een halve schachtbreedte zijn verplaatst.

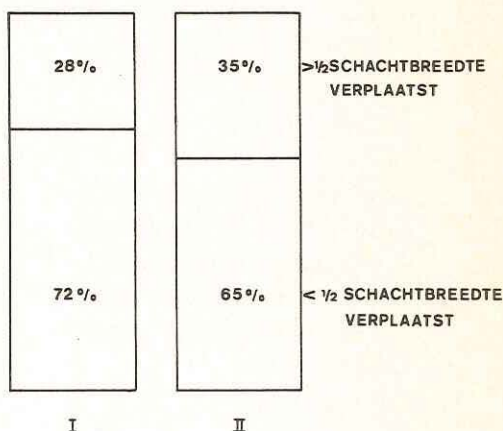


Fig.7. Initiële dislocatie van de fracturen.

## 6. Wond.

Evenals de dislocatie van de fractuur wordt de grootte van de wond in het algemeen gezien als een belangrijke aanwijzing omtrent de ernst van het letsel, met name van de weke delen. Wij ondervonden in dit onderzoek moeilijkheden bij de notatie van de wondgrootte, omdat deze nogal eens niet te achterhalen was wegens gebrekkige registratie in de betreffende ziektegeschiedenissen. Wel was steeds vermeld of het een gesloten dan wel een open fractuur betrof, maar met name in de ziektegeschiedenissen van groep I waren meestal geen pogingen gedaan de grootte en de ernst van de wond nader te preciseren. Derhalve is van 18 % van het patiëntenmateriaal van groep I en van 9 % van groep II de wondgrootte onbekend. Dit betekent in feite dat een verdeling van beide fractuurgroepen naar onderscheiden wondgroottes bij gebrek aan betrouwbare informatie niet goed mogelijk is, zodat wij moeten volstaan met een indeling in gesloten en open fracturen. Hierbij zij vermeld dat wij bij die fracturen, waarbij de huid door een botpunt even "van binnen naar buiten" werd geperforeerd, het weke delen letsel zo gering achtten, dat deze fracturen



tot de gesloten werden gerekend. De volgende verdeling werd gevonden:

	Groep I	Groep II
gesloten	155	107
open	96	95
Totaal	251	202

Uit deze gegevens blijkt, dat groep II een hoger percentage open fracturen telt (zie fig.8), doch deze stijging is niet significant.

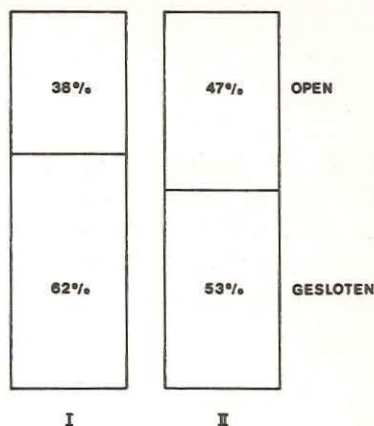


Fig.8. De verdeling gesloten/open fracturen.

De gegevens van dit hoofdstuk laten zich als volgt samenvatten:

*Bij vergelijking van onze twee groepen patiënten met een fractura cruris worden er lichte frequentieverschillen geconstateerd van enkele algemene en locale kenmerken.*

Deze verschillen zijn steeds in dezelfde zin gericht: uit de lichte stijging van het aantal meervoudig gekwetsten (en een evenredige stijging van de primaire mortaliteit van deze groep), uit de lichte toeneming van het aantal dubbele fracturen, verbrijzelingen, initiële dislocaties en open fracturen, krijgen wij de indruk dat het aantal patiënten, dat het slachtoffer werd van een héftig trauma, in groep II wat is toegenomen.

*De gevonden verschillen zijn echter voor geen enkel kenmerk significant. Wij kunnen daarom niet aannemen dat onze twee groepen patiënten verschillende selecties vertegenwoordigen uit het totale patiëntenmateriaal van Rotterdam en omstreken.*

*Op grond van het bovenstaande beschouwen wij de beide groepen in globale zin als vergelijkbaar.*

### HOOFDSTUK III

#### OVERZICHT VAN DE GEBRUIKTE BEHANDELINGSMETHODEN

Nobuddy kin talk as interestin' as th' feller that 's not hampered by facts or information.

F. McKinney Hubbard.

##### A. De primaire behandeling met gips.

Van alle behandelingsmethoden, die voor de fractura cruris in gebruik zijn, wordt de conservatieve verreweg het meest toegepast. De in kwantitatief opzicht overheersende positie van de conservatieve behandeling in vergelijking met andere behandelingsmethoden brengt met zich mede, dat de zeer uitgebreide literatuur over de behandeling van onderbeensfracturen voor een groot deel een afspiegeling is van de resultaten met de conservatieve behandeling verkregen.

Het geven van een historisch overzicht betreffende deze behandeling valt buiten dit bestek, maar niettemin dient in dit verband de naam te worden genoemd van de Oostenrijkse ongevalschirurg L. Böhler (geb. 1885), wiens verdiensten voor de fractuurbehandeling bijna spreekwoordelijk zijn. De door hem aangegeven en algemeen aanvaarde drie hoofdbeginselen van de fractuurbehandeling luiden:

1. repositie van de fractuur om de normale anatomie zoveel mogelijk te herstellen;
2. immobilisering van de fractuur totdat deze is geconsolideerd;
3. het uitoefenen van toezicht, opdat de patiënt zijn niet geïmmobiliseerde gewrichten zo normaal mogelijk gebruikt.

Uiteraard bestaan er vele verschillen van mening over de techniek, waarmee men deze grondbeginselen hoopt te realiseren. Het voor en tegen van diverse technische details zal hier buiten beschouwing blijven.



De in dit proefschrift besproken patiënten met een fractura cruris werden in het merendeel van de gevallen binnengebracht met de getroffen extremiteit in een transparante plastic luchtsplak. Deze splak voldoet als tijdelijke immobilisering bijzonder goed, maakt het transport van de patiënt tot een nagenoeg pijnloze aangelegenheid en vergemakkelijkt het röntgenonderzoek in hoge mate. De splak wordt pas afgenomen wanneer de eigenlijke behandeling gaat beginnen. Wanneer dit een conservatieve behandeling is, wordt na desinfectie van de huid van het fractuurgebied een locale infiltratie-anaesthesie uitgevoerd. Zonodig wordt hierna wondexcisie verricht, gevolgd door sluiten van de huid. De repositie vindt steeds plaats met de patiënt in rugligging, waarbij het onderbeen evenwijdig aan de onderlaag wordt gehouden en ondersteund door één assistent. Deze dient erop te letten dat de knie een flexiestand vertoont van  $\pm 160^{\circ}$ , en dat deze bij het ingipsen wordt gehandhaafd. Door tractie aan de voet wordt een eventueel bestaande verkorting ongedaan gemaakt en hierna gelukt het meestal door zijdelingse manuele druk een eventueel nog bestaande dislocatio ad latitudinem op te heffen. Wanneer de repositie om één of andere reden onbevredigend is wordt de manipulatie onder narcose voortgezet, waarbij zo nodig spierrelaxantia kunnen worden aangewend. Na de repositie wordt over een tricotkous, die tot vlak onder de lies is aangebracht, een gipsachtersplak aangelegd vanaf de bilplooi tot voorbij de tenen. Vervolgens wordt de extremiteit met het eigenlijke circulaire gipsverband omwonden, dat zich uitstrekt van de proximale dijhelft tot en met de voetzool, zodanig dat de strekzijde van de tenen wordt vrijgelaten.

De voet wordt bij voorkeur ingegipt in een stand van  $90$  à  $100^{\circ}$  ten opzichte van de as van de tibia, omdat hierbij de spronggewrichten in een neutrale stand worden geïmmobiliseerd. Soms is het technisch moeilijk deze eis te realiseren, wanneer men bemerkt dat door het plaatsen van de voet in de juiste stand de fractuur in recurvatie wordt gedrongen. Extra ondersteuning of naar boven gerichte druk ter plaatse van de fractuur is dan geboden en meestal voldoende. In geen geval moet men de voet in een extreme spitsvoetstand ingipsen, aangezien deze later zeer moeilijk valt te redresseren. Vóórdat het gips hard geworden is wordt vooral aandacht geschonken aan een goede moulage op die punten, waar krachten werkzaam zijn, die de fractuur dreigen te redisloceren.

Nadat het gips voldoende hard is geworden wordt het over de volle lengte letterlijk van top tot teen gespleten. De ontstane gleuf wordt ter voorkoming van vensteroedeem meteen stevig opgevuld met gips-

watten, die op hun plaats worden gehouden door een zwachtel. Wordt hierna bij röntgencontrole een acceptabele fractuurstand gevonden, dan wordt de extremiteit minstens een halve dag op een zachte onderlaag gelegd met de voet geheven boven het horizontale vlak. Het splijten van het gips en het hoogleggen van de extremiteit zijn maatregelen, bedoeld om circulatiestoornissen door het eventueel optreden van een posttraumatische zwelling te voorkómen. Bij een goede gipstechniek evenwel behoort het optreden van stuwings tot de hoge uitzonderingen.

Als routine wordt één dag na het ongeval een controle uitgevoerd door de behandelende arts, die hierbij een goede gelegenheid heeft de patiënt te wijzen op het belang van het actief bewegen van de niet geïmmobiliseerde gewrichten. Gedurende de eerste tijd na het aanleggen van het bovenbeensgips betreft dit voornamelijk dorsaalex tensie van de tenen en het isometrisch aanspannen van de musculus quadriceps femoris. In de eerste weken wordt de stand van de fractuur een aantal malen röntgenologisch geverifieerd. Wanneer de fractuurstand goed blijft wordt na ongeveer twee weken het primaire gips in de meeste gevallen vervangen door een nieuw circulair bovenbeensgips, omdat het eerste gips door het slinken van het haematoom en een praktisch onvermijdelijke atrofie van de weke delen te ruim is geworden.

Gedurende de eerste weken kan men bij fracturen, die kleine afwijkingen in asstand vertonen nog proberen deze op te heffen door het gips te "wiggen". Deze manoeuvre dient met grote reserve gehanteerd te worden, omdat een diastase van de fractuurstukken kan ontstaan. Ook hebben wij enkele malen waargenomen dat er door te veel druk op de weke delen een ulcus ontstond. Bij hoekstanden van betekenis vormen dan ook het afnemen van het gips, herrepositie en opnieuw ingipsen, ofwel een operatieve behandeling betere alternatieven.

De beoordeling of er zich al voldoende callus heeft gevormd om te kunnen overgaan tot het aanleggen van een loopgips is vaak moeilijk en vereist ervaring. Dit geldt zo mogelijk nog meer voor een juiste beoordeling omtrent het tijdstip, waarop het gips blijvend kan worden verwijderd.

Wanneer de fractuur als geconsolideerd wordt beschouwd en het gips definitief wordt verwijderd krijgen de patiënten nog één à twee weken een zinklijmverband en na dit tijdstip zo nodig nog een steunzwachtel. Dit zijn maatregelen, bedoeld om onderbeensoedeem te voorkómen, dat na gipsafneming geregeld kan worden waargenomen.



## B. De voorbehandeling met behulp van extensie.

Niet alle patiënten met een fractura cruris kunnen terstond een definitieve behandeling krijgen en in dergelijke gevallen wordt herhaaldelijk tijdelijk een extensiebehandeling ingesteld. Hierbij wordt door continue tractie aan het distale gedeelte van de getroffen extremititeit de fractuur in een goede stand gehouden, totdat een gipsverband kan worden gegeven, of de toestand van de patiënt zoveel is verbeterd, dat een operatieve behandeling mogelijk is. Gedurende de tractiebehandeling ligt het been op een Braunse spalk met de knie in semiflexie, waardoor een goede tegenttractie tot stand komt.

Wij zien de draadextensie, die steeds door de calcaneus en niet door het distale tibiagedeelte wordt aangelegd, vooral als een hulpmiddel ter voorkoming van verkorting en niet als middel tot repositie. Voor het voorkómen van verkorting is een gewicht tot vier kg vrijwel steeds voldoende.

Een enkele maal (bijvoorbeeld wanneer repositie onder plaatselijke anaesthesie niet gelukt en de algemene toestand van de patiënt geen narcose toelaat) wordt de extensie noodzakelijkerwijs wel middel tot repositie en zal het nodig zijn met een groter gewicht te trekken. Het is van belang dat men een sterke continue tractie zo kort mogelijk laat duren, waarbij 24 uur als limiet wordt beschouwd voor een tractie met meer dan zes kg. Te sterke en te langdurige tractie is nadelig voor de wondgenezing en voor het bandapparaat van de spronggewrichten. Bovendien is het gevaar van overrekking van bloedvaten en zenuwen niet denkbeeldig.

Om dezelfde redenen dient de extensie niet te worden gebruikt om asafwijkingen van de fractuur te corrigeren. Hiervoor zijn niveauwijzigingen van de laag waarop het onderbeen rust, zo nodig aangevuld met zijtractie, doeltreffender. Wanneer een acceptabele fractuurstand is verkregen wordt de zeer labiele immobilisering van de extensie verbeterd met behulp van een gipsspalk aan de dorsale zijde van het been, die zich uitstrekt van het begin van de Braunse slede tot voorbij de tenen.

Frequente röntgencontrole is noodzakelijk, niet alleen in verband met de stand van de fractuur, maar ook om een eventuele distractie op te sporen. In een vroeg stadium van de fractuurbehandeling kan distractie gemakkelijk optreden wanneer er veel letsel van weke delen bestaat en in latere stadia wanneer verzuimd wordt de door spieratrofie verminderde tegenttractie tijdig te compenseren door verkleining van het gewicht. Distractie moet als zeer nadelig worden beschouwd

voor de fractuurgenezing, met name in combinatie met de gebrekkige immobilisering die de extensiebehandeling eigen is.

Naast een dergelijk nadeel voor de fractuur weegt een algemeen nadeel voor de patiënt niet minder zwaar: de extensiebehandeling vereist een absolute bedrust.

Naast bovengenoemde bezwaren (onstabieleit, gevaar voor distractie en absolute bedrust) moet nog worden genoemd het risico van infectie van het draadkanaal door de calcaneus; dit risico wordt groter naarmate men de extensiebehandeling langer voortzet. Een dergelijke infectie werd in ons materiaal overigens niet dikwijls waargenomen en er trad steeds vlot genezing in wanneer de draad werd verwijderd. Eveneens werden bij het naonderzoek maar zelden klachten vernomen over de plaats waar zich de snaar had bevonden.

### C. De schuifplaatfixatie volgens Eggers.

— no one has ever seen a sliding plate slide —  
(J.H. Hicks 1967).

De schuifplaatfixatie volgens Eggers werd in de periode van 1950 tot 1965 in ons ziekenhuis als de meest geëigende operatiemethode voor onstabiele onderbeensfracturen en vertraagde consolidaties beschouwd.

Indicatiestelling, technische uitvoering en bereikte resultaten van de schuifplaatfixatie werden in extenso beschreven door Reinalda (1959), die een naonderzoek verrichtte van alle patiënten, die in de periode 1948-1958 wegens fractura cruris door onze kliniek werden behandeld. Omdat ook in het patiëntenmateriaal, waarop ons eigen onderzoek betrekking heeft, de schuifplaatfixatie een grote rol heeft gespeeld mag een korte beschrijving van de methode niet achterwege blijven.

De schuifplaat onderscheidt zich van de door Lane (1914) en Sherman (1916, 1938) ontwikkelde standaardplaat door een tweetal schroefsleuven in plaats van schroefgaten. Wanneer men de schroeven in deze sleuven niet geheel vastdraait blijft de plaat ten opzichte van de schroeven verschuifbaar in lengterichting. De gedachten, die aan de invoering van het schuifprincipe ten grondslag lagen, waren de volgende: aan de fractuuruiteinden ontstaat enige botinfarcering en het aldus ontstane avitale weefsel wordt geresorbeerd, waardoor beide botfragmenten in geringe mate worden verkort. Dit brengt in eerste instantie een verwijding van de fractuurspleet met zich mede. Vol-



gens Böhler (1957) is nu één van de voornaamste opgaven van de fractuurbehandeling dat men deze door resorptie ontstane verwijding van de fractuurspleet opheft door ervoor te zorgen, dat de fractuurdelen voortdurend met elkaar in contact blijven. Bij de conservatieve behandeling laat zich deze opgave goed vervullen: de in lengterichting werkzame spiertractie drukt in principe de beide fractuurdelen tegen elkaar.

De standaardplaat evenwel, die de fractuur als het ware spalkt, verhindert dat de beide fractuurdelen elkaar naderen, waardoor de bovenbeschreven verwijding van de fractuurspleet wordt bestendigd, hetgeen strijdig is met de bedoeling van de fractuurbehandeling.

Door de constructie van een plaat, die ten opzichte van de geplaatste schroeven enigszins kan verschuiven in lengterichting, blijft de spierwerking die de beide fractuurdelen tegen elkaar zou moeten drukken, behouden; Eggers (1948) noemde dit de contact-compressiefactor en hij achtte deze factor van groot belang voor een snelle consolidatie.

Eén en ander klinkt dus uit mechanisch oogpunt logisch en aantrekkelijk. Bij operatie wordt een anatomische repositie verkregen en door een juiste montage van de schuifplaat wordt dislocatie, angulatie en rotatie van de fractuur tegengegaan, terwijl distractie wordt verhinderd door de buitenste schroeven aan het einde van de schroefsleuven te plaatsen (zie fig.9). Contact-compressie blijft mogelijk en het geheel heeft een zekere stabiliteit.

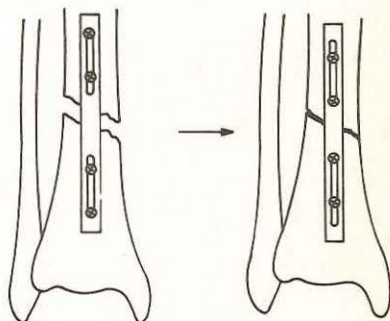


Fig.9. Naar Reinalda (1959).

De techniek van de schuifplaatfixatie is als volgt: aan de antero-mediale zijde van het onderbeen wordt een gebogen incisie gemaakt met de convexe zijde naar de tibiakam gekeerd. Na het klieven van de subcutis wordt het periost geïncideerd en van het bot losgeschoven, waarna de repositie plaats vindt en de schuifplaat wordt aangebracht. Gedurende het boren van de schroefgaten en het indraaien van de schroeven wordt de plaat op bot en fractuur gefixeerd met behulp van een speciale, de tibia omvattende klem. In principe mogen er geen schroeven de fractuurlijn passeren, terwijl de meest proximale en meest distale schroef geheel aan het einde van de schroefsleuf dienen te worden geplaatst. Nadat de schroeven zijn vastgedraaid

worden ze weer een kwart slag losgedraaid om het schuifmechanisme mogelijk te maken. Na het sluiten van de huid wordt een licht gewatteerd bovenbeensgips aangelegd, dat na twee weken wordt vervangen door een ongewatteerd. De nabehandeling is hierna als bij de conservatieve behandeling.

Hoewel mede uit ons eigen materiaal blijkt dat men na gebruik van de schuifplaat goede behandelingsresultaten kan verkrijgen, zijn wij geneigd bij het "Eggerse schuifmechanisme" een aantal vraagtekens te plaatsen.

In de eerste plaats is er geen enkel dierexperiment bekend, waarin op grond van de verkregen resultaten de schuifplaat zich gunstig onderscheidt van andere inwendige fixatiemethoden. Evenmin heeft een klinisch onderzoek ooit statistisch betrouwbaar aangetoond dat de schuifplaatfixatie voorkeur verdient boven andere osteosynthesen. Reinalda (1959) vindt weliswaar in een retrospectief onderzoek dat de behandelingsresultaten het gunstigst zijn voor een groep onderbeensfracturen met schuifplaatfixaties, maar in het betreffende patiëntenmateriaal is geen vergelijkbare controlegroep aanwezig.

In een vergelijkend onderzoek door Boute (1959) ingesteld bij twee groepen patiënten met onderbeensfracturen, waren wél pogingen in het werk gesteld om selectie te vermijden. In de groep van de primair verrichte schuifplaatfixaties werden echter geen betere eindresultaten gevonden dan in een groep conservatief behandelenden. Er bestond daarentegen wel een wat kortere consolidatieduur, die mogelijk het gevolg was van osteosynthese als zodanig, en niet noodzakelijkerwijs van het gebruik van de schuifplaat.

In enkele Amerikaanse publicaties (Carpentier e.a. 1952, Travis 1957, White e.a. 1953, Eggers 1959, 1961) worden een aantal goede resultaten beschreven na electief gebruik van de schuifplaat. Ook in deze publicaties echter is van een kritisch-vergelijkend onderzoek geen sprake.

Onze laatste en voornaamste bedenking tenslotte tegen het schuifprincipe is gelegen in het feit dat de door Böhler en Eggers gepostuleerde, door botresorptie ontstane verkorting nooit in objectieve waarnemingen is vastgelegd.

Men kan deze constatering gemakkelijk misverstaan; immers, onderbeensfracturen waarbij consolidatie optreedt in enige verkorting zijn niet zeldzaam. Het betreft dan echter fracturen, waarbij ofwel een repositie met niet geheel opgeheven verkorting werd "geaccepteerd", ofwel fracturen waarbij complicaties gedurende de behandeling optraden, zodat er geen normale fractuurgenezing bestond. In de theo-



retische beschouwingen over het schuifmechanisme dient echter slechts sprake te zijn van fracturen, die met behulp van een schuifplaat zodanig geïmmobiliseerd zijn dat alléén contact-compressie mogelijk is, terwijl andere bewegingsmogelijkheden van de fractuurdelen ten opzichte van elkaar zijn uitgeschakeld. Wordt in een dergelijke groep fracturen aan het eind van de behandeling nooit enige, zelfs geen geringe verkorting gevonden, dan wordt het schuifmechanisme op zijn minst twijfelachtig.

Bovengenoemde bedenkingen hadden tot gevolg dat de plaat volgens Eggers in latere jaren in onze kliniek niet meer als schuifplaat, maar als standaardplaat werd gehanteerd. De sleuven gaven de operateur een zeer welkome vrijheid bij het plaatsen van de schroeven, die na anatomische repositie van de fractuur geheel vast werden gedraaid; hierbij werd het twijfelachtige schuifprincipe bewust opgeofferd aan een grotere stabiliteit. Evenals de standaardplaatfixatie is de fixatie met de plaat volgens Eggers een adaptatie-osteosynthese, waarmee wordt bedoeld dat de verkregen stabiliteit van het geheel te gering is om de steun van het gipsverband te kunnen missen.

Zoals reeds in de inleiding werd vermeld wordt bij de adaptatie-osteosynthese met conservatieve nabehandeling het risico van infectie na een operatie gecombineerd met de nadelen van een gipsbehandeling, hetgeen met name de immobilisering van de spronggewrichten betreft. In deze zienswijze is de adaptatie-osteosynthese dan ook een niet geheel geslaagd compromis tussen de operatieve en de conservatieve behandeling. Een klinische proefneming leek dan ook verantwoord met een osteosynthese, die zó stabiel is dat de extremititeit onmiddellijk na operatieve fixatie onbelast kan worden geoefend. Hiertoe werd na maart 1965 de AO-compressieplaat in gebruik genomen.

#### D. De fixatie door middel van de AO-plaat.

##### a. Enkele beschouwingen over de compressie.

Het zou onjuist wezen de medische wetenschap te verwijten dat zij weinig weet. De andere wetenschappen weten ook weinig.

W.F. Hermans 1955, Dag dokter!

Bij inwendige fixatie van fracturen met AO-platen maakt men in het merendeel van de gevallen een doelbewust gebruik van fractuurcompressie.

Wanneer wij onder stabiliteit verstaan de weerstand, die de geïmmo-

biliseerde fractuur bezit tegen krachten, die dislocatie pogen te bewerkstelligen, dan moet gezegd worden dat een blijvende fractuurcompressie een zeer werkzame stabiliteitsverhogende factor is. Het belang van een goede stabiliteit voor de consolidatie van fracturen kan geen punt van discussie zijn; alle behandelingsmethodieken zijn erop gericht de fractuur optimaal gereponeerd te immobiliseren met het doel door rust het revasculariseringsproces mogelijk te maken, zonder hetwelk geen consolidatie kan optreden. Overigens is "stabiliteit" een typisch begrip uit het klinisch spraakgebruik; er zijn ons geen publicaties bekend waarin melding wordt gemaakt van stabiliteitsmetingen, in vivo bij mens of dier verricht.

Het aanbrengen van fractuurcompressie is als methode allerm minst nieuw: het onder druk zetten van fractuurvlakken met behulp van schroeven dóór en cerclages rondom schuine fracturen is reeds vanaf het begin van deze eeuw, zij het met een wisselende mate van succes, gebruikelijk geweest. Door Charnley (1948) werd de aandacht gevestigd op de betekenis van de compressie voor de osteogenese; hij verkreeg na resectie van het kniegewricht een snelle arthrodese door uitwendige, loodrecht op de resectievlakken toegepaste compressie volgens een methode, eerder beschreven door Key (1932). Op grond van histologische bevindingen meende Charnley dat compressie vooral van voordeel was voor een snelle consolidatie van spongieus bot. Ook in het experimentele werk van Eggers e.a. (1949) kon een gunstige invloed van contact-compressie worden vastgesteld. Gesteelde botlapjes van de ratteschedel groeiden sneller weer vast, wanneer het contactvlak onder druk werd geplaatst. Eggers meent echter de klinicus te moeten waarschuwen tegen een te hoge, kunstmatige fractuurcompressie. Zoals reeds werd vermeld was hij van mening dat de in longitudinale richting werkzame spiertractie van de gebroken extremititeit een optimale contact-compressie verschaft. De naar hem genoemde schuifplaat beoogt dit mechanisme te behouden.

Met deze schuifplaat mocht het echter aan Key en Reynolds (1953) niet gelukken femurosteotomieën bij een groep honden sneller te doen consolideren dan die van een controlegroep, waarin deze fixatie met standaardplaten volgens Lane-Sherman had plaatsgevonden. Een tweede controlegroep werd gevormd door proefdieren, waarbij de osteotomie was gefixeerd met een intramedullaire pen. Naar aanleiding van de resultaten kon niet worden geconcludeerd dat de contact-compressie een rechtstreekse consolidatie-bevorderende werking had uitgeoefend; steeds werd de consolidatie het snelste dáár verkregen, waar de meest stabiele fixatie was uitgevoerd.



Het experimentele onderzoek van Bagby en Janes (1959) vertoont veel overeenkomst met dat van Key en Reynolds. Deze auteurs fixeerden eveneens femurosteotomieën bij de hond met behulp van platen. Doordat zij hun schroeven excentrisch in de schroefgaten plaatsten werd bij het volledig vastdraaien een geringe mate van verschuiving geforceerd en daarmee compressie op de osteotomie toegepast. Zij konden echter bij op deze wijze gefixeerde osteotomieën geen verschillen in consolidatiesnelheid aantonen in vergelijking met een controlegroep, waarbij deze compressie achterwege was gelaten. Zij concludeerden dan ook dat compressie in het gunstigste geval de fragmenten beter helpt immobiliseren.

Bekendheid kregen ook de experimenten van Friedenberg en French (1952). Deze onderzoekers verrichtten aan de ulna van de hond een dubbele osteotomie, zodat een los tussenstuk ontstond, dat evenwel door een intramedullair pennetje een goede anatomische stand bleef behouden. Met behulp van een veer kon na verwijdering van het distale ulnagedeelte het losse fragment tegen het proximale worden gedrukt. De radius werd ongemoeid gelaten en had nu dus van beide botten de grootste lengte; men nam hierbij aan dat tijdens het lopen van de hond slechts de radius zou worden belast. De ulna zou nu voornamelijk krachten ondervinden, uitgeoefend door de compressieveer. Er kon nu een optimale compressie worden vastgesteld, zijnde die compressie waarbij de snelste consolidatie werd verkregen. Bovendien konden kritische compressiewaarden worden gevonden, bij overschrijding waarvan necrose van het bot optrad. Zij concludeerden, dat de optimale compressiewaarden van de honde-ulna liggen rond de 7 kg, terwijl de kritische waarde circa 14 kg bedraagt.

Van de proefopstelling van deze auteurs is die van Petrokov (1962) een modificatie; het losse ulnafragment is hierbij vervangen door een transplantaat. Deze auteur weet aannemelijk te maken dat voor een consolidatiebevorderende werking de druk van de veer aanzienlijk groter dient te zijn dan die van de normaal aanwezige spiertractie. Voorts, dat dit effect in gelijke mate op corticaal en spongieus bot wordt uitgeoefend.

Wanneer wij de diverse uitgevoerde dierexperimenten met elkaar vergelijken valt het op dat in de onderzoeken, waarbij plaatfixaties werden uitgevoerd (Key-Reynolds en Bagby-Janes) geen pogingen werden ondernomen de compressie te meten. Of bij het gebruik van een schuifplaat botstukken ooit onder invloed van spiertractie verschuiven is aan twijfel onderhevig. Eveneens wordt niet bekend of een door excentrische schroefplaatsing geforceerde botverschuiving



resulteert in een blijvende compressie.

De experimenten, waarbij de veer-compressie is gebruikt (Friedenberg-French en Petrokov) hebben de verdienste dat deze compressie tenminste aan het begin en het eind van het onderzoek objectief werd vastgelegd. Van nog aanzienlijk meer waarde zijn in dit opzicht de onderzoeken van Perren en Huggler (1966), die een proefopstelling hebben, waarbij met behulp van rekstrooktechnieken een continue registratie van de compressie op een dwarse osteotomie van de tibia van het schaap mogelijk is. Zij namen waar dat een compressie van diverse tientallen kilogrammen onder klinisch en röntgenologisch volledig "stabiele" omstandigheden gedurende de consolidatie van de osteotomie langzaam tot nul afneemt in het verloop van ongeveer drie maanden. Door een zeer gevoelige meetmethode, waarbij lengteverschillen in orde van grootte van  $\mu$ 's kunnen worden geregistreerd, konden zij aannemelijk maken dat resorptie van osteotomie-uiteinden geen obligaet biologisch verschijnsel is, inherent aan de continuïteitsverbreking van bot. Naar hun mening is de resorptie het gevolg van onstabiliteit.

Tegen alle bovenbeschreven experimenten geldt evenwel in gelijke mate het volgende bezwaar: wanneer wij de consolidatiebevorderende werking van de stabiliteit voor ogen houden zal het duidelijk zijn dat naar aanleiding van proefopstellingen, waarin een directe afhankelijkheid bestaat tussen compressie en stabiliteit, geen enkele uitspraak kan worden gedaan over het mogelijke osteogene effect van compressie. Immers, het ontspannen van de veer bij de proeven van Friedenberg en French maakt de stabiliteit minimaal en compressieverhoging door aanspannen van de veer geeft, naar men moet aannemen, een evenredige stabiliteitsverbetering.

Dientengevolge zou een experiment, opgezet om de waarde van compressie voor het botherstel te onderzoeken, moeten voldoen aan twee voorwaarden. Ten eerste moet de relatie tussen compressie en stabiliteit worden uitgeschakeld en in de tweede plaats moet een continue registratie van beide grootheden mogelijk zijn om met zekerheid te kunnen stellen dat beide factoren gedurende de fractuurgenezing werkzaam waren. Een dergelijk experiment is ons uit de literatuur niet bekend.

Dit betekent uiteraard niet dat er aan compressie geen betekenis voor het botherstel hoeft te worden toegekend. Zoals distractie het contact tussen de fractuurdelen afwezig doet zijn, geeft logischerwijs compressie een maximum aan contact, hetgeen ongetwijfeld een voordeel is.

Hierbij verdienen twee punten nog nadere overweging. In de eerste plaats is fractuurcompressie een begrip, waarvan onder klinische omstandigheden minimale, optimale en maximale waarden niet bekend zijn. Naar analogie van bovengenoemde onderzoeken van Perren en Huggler mag worden verondersteld dat de compressie, die zonder excessieve aanwending van handkracht met de gebruikelijke compressie-apparatuur wordt aangebracht op menselijke fracturen, kwantitatief ligt in orde van grootte van enkele tientallen kilogrammen. Een enkele maal hoort men de opvatting verdedigen dat een dergelijke druk voor het bot zeer nadelig zou zijn en tot resorptie aanleiding zou geven. Deze uitspraak is, zoals uit het navolgende zal blijken, onvolledig en in zijn algemeenheid niet juist. Er dient namelijk een scherp onderscheid te worden gemaakt tussen een constante en een wisselende druk. Pulserende vaten kunnen skeletusuren veroorzaken; bij te vroeg belaste fracturen, die met cerclages zijn gefixeerd, kan men op röntgenfoto's insnoeringen in het bot waarnemen. Bekend is ook de osteolyse, die na mechanisch inadaequate fractuurfixaties kan ontstaan rondom schroeven, die door een relatief te grote belasting kleine waggelbewegingen zijn gaan uitvoeren. Het verdwijnen van bot is in al deze gevallen veroorzaakt door *intermitterende* compressie. Bij fracturen is onstabieliteit in de vorm van kleine waggelbewegingen de *oorzaak* van de botresorptie en niet het gevolg. Deze osteolyse kan uiteraard wel de bestaande onstabieliteit vergroten, zodat in die gevallen een vicieuze cirkel ontstaat.

Het verdwijnen van bot als hierboven beschreven wordt echter niet waargenomen in gevallen, waarin men een *constante* druk van het implantaat op het bot moet aannemen. Als voorbeeld diene hier de epiphysiodese, zoals uitgevoerd met een kram volgens Blount. Kram en epiphysairschijf oefenen door de groei een druk op elkaar uit, die zelfs zo groot kan zijn dat de kram breekt. Zelfs in dergelijke gevallen echter wordt botresorptie röntgenologisch niet waargenomen. Evenmin blijkt deze resorptie histologisch: Wagner (1961), die bladschroeven door de proximale tibia-epiphysairschijf van de hond plaatste, vond zelfs in de vorm van een sclerosering eerder het tegendeel!

Een laatste punt van belang bij toepassing van fractuurcompressie is het volgende: bij interne fixatie van fracturen dient de verkregen winst aan stabiliteit te worden afgewogen tegen het additionele trauma van het toch alreeds beschadigde gebied. Meestal moet men voor het aanbrengen van compressie gebruik maken van een apart instrument, waardoor de operatieve ingreep wordt vergroot. Men moet zich voor iedere fractuur afzonderlijk afvragen of dit nadeel wordt gecomp-



penseerd door de bij compressie verkregen winst aan stabiliteit. Het is algemeen bekend dat de weerstand van gedevasculariseerde weefsels tegen infectie gering is, zulks a fortiori in aanwezigheid van een corpus alienum. Infectie behoeft niet noodzakelijkerwijs een osteosynthese geheel te doen mislukken, maar vertraagt met zekerheid de consolidatie en beïnvloedt het eindresultaat ongunstig.

Het voorgaande kan aldus worden samengevat: de vraag of compressie als zodanig een consolidatiebevorderende werking uitoefent, kan niet worden beantwoord. *Fractuurcompressie kan evenwel de stabiliteit in belangrijke mate vergroten en vindt daarin zijn waarde.* Een continue, "stabiele" fractuurcompressie is voor het bot niet nadelig, maar klinische ervaring moet ons leren in hoeverre de winst aan stabiliteit opweegt tegen het additionele chirurgische trauma.

#### b. De techniek van de AO-plaatfixatie.

— der kan geen barst in een bot zitten, of ze schroeven er een stuk ijzer op —

Dr J.B. Mullers, 20-5-1967.

De AO-plaatfixatie van het onderbeen wordt het gemakkelijkst uitgevoerd bij de verse, gesloten fractuur van de diaphyse. De techniek is als volgt: na het scheren en desinfecteren van het operatiegebied wordt onder bloedleegte een rechte incisie gemaakt, evenwijdig aan en even lateraal van de crista tibiae, waarna ook de subcutis wordt gekliefd. Het hangt van verschillende factoren af aan welke zijde van de tibia de plaat zal worden bevestigd. In technisch opzicht is plaatsing van de plaat aan de antero-mediale tibiazijde het gemakkelijkst. Deze localisatie is echter gecontraïndiceerd wanneer zich hier — hetgeen zeer vaak het geval is — gekneusd weefsel bevindt. In dat geval kan het implantaat beter aan de laterale zijde onder de musculatuur worden gezet. Deze localisatie is overigens ook op mechanische gronden aangewezen in die gevallen, waarbij een door direct trauma ontstane dwarse fractuur een driehoekig fragment bevat met een naar lateraal gerichte basis. Dit fragment kan bij laterale plaatfixatie zeer goed worden vastgeklemd. Aan welke zijde men de plaat ook bevestigt, steeds dient men er zorg voor te dragen het chirurgisch trauma zoveel mogelijk te beperken. Kiest men de mediale localisatie dan dient het laterale spiercompartiment zoveel mogelijk intact te blijven. Zet men de plaat lateraal, dan moet — hetgeen van nog aanzienlijk groter belang is — de antero-mediale weke delen bedekking niet ver-



der van het bot worden afgelicht dan reeds door het trauma is geschied. Het fractuurhaematoom wordt weggezogen, bloedig geïmbibeerde subcutis wordt verwijderd, evenals het flardige losse periost in de onmiddellijke omgeving van de fractuur. Onbeschadigd periost wordt steeds onberoerd gelaten en de plaat wordt op het periost geschroefd, dat mogelijk direct onder de plaat wel een druknecrose ondergaat, maar buiten de plaat het bot blijft beschermen. Niet slechts blijft hierdoor de buitenste laag van het bot beter gevasculariseerd, maar bovendien laten de op het periost bevestigde platen zich later gemakkelijker verwijderen, doordat zij minder door bot zijn omgroeid dan platen waarbij bevestiging plaatsvond, nadat periost was losgeschoven van het bot (R. Batten, 1967).

Na repositie van de fractuur wordt een plaat van passende afmeting (indien nodig) bijgebogen en getordeerd, om hem zo goed mogelijk in overeenstemming te brengen met het tibia-oppervlak. De plaat kan tijdelijk worden bevestigd op het bot met behulp van een fixatieklem of cerclages (zie fig.10). De beschikbare ruimte aan weerszijden in aanmerking nemend kan men nu bepalen aan welk plaatuiteinde het compressie-apparaat zal worden bevestigd. Eerst moet dan echter de tegenovergestelde plaat helft met schroeven worden vastgezet. Met een boorgeleider worden de schroefkanalen goed in de schroefgaten gecentreerd. Daarna worden met een snel draaiende scherpe spiraalboor beide lagen van de corticalis doorboord (zie fig.11) en wordt de gewenste schroeflengte met behulp van een dieptemeter bepaald. Met een tap wordt nu een schroefkanaal in het bot vóórgesneden (zie fig.12), waarna de schroef wordt

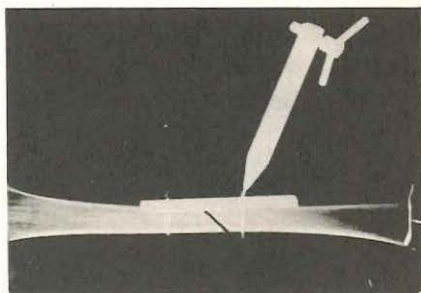


Fig.10.

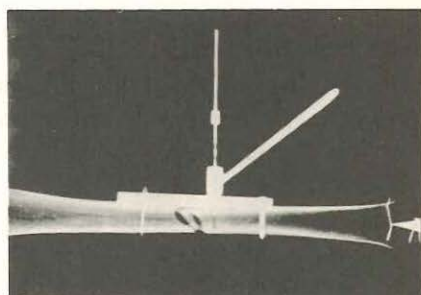


Fig.11.

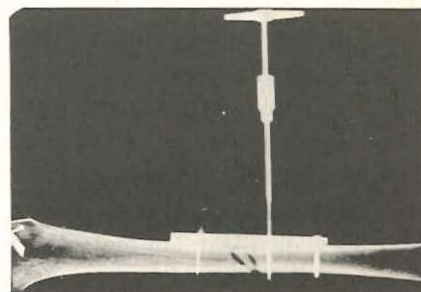


Fig.12.

geplaatst. Wanneer één plaatheft voldoende is gefixeerd wordt het compressie-apparaat vastgeschroefd op een vaste afstand (zie fig.13) van het laatste schroefgat van het andere uiteinde van de plaat. Hierin kan het met een apart trekhaakje, passend in een uitholling worden bevestigd. Bij verse fracturen — die een “harde” corticalis bezitten — is het voldoende dat de bevestigingsschroef van het compressorium slechts door één corticalis gaat; bij osteoporotisch bot is vastschroeven met een schroef, die het gehele bot doorboort wenselijk om uitscheuring te voorkómen. De plaat is nu dus aan één zijde van de fractuur met schroeven bevestigd. Cerclages verhinderen het afglijden van fractuur en plaat; aan het andere plaatuiteinde is het compressie-apparaat op het bot bevestigd (zie fig.14). Door het aandraaien van een cardanschroef kunnen thans de fractuurdelen tegen elkaar worden getrokken, waardoor de fractuurspleet tot een minimum wordt gereduceerd. Nadat aldus de fractuurcompressie is aangebracht worden op de reeds aangegeven wijze achter-eenvolgens alle nog overgebleven

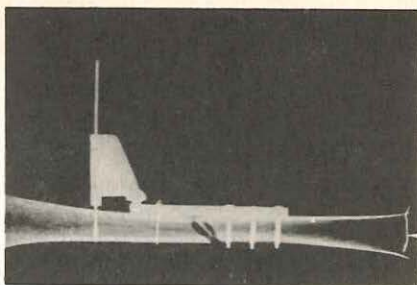


Fig.13.

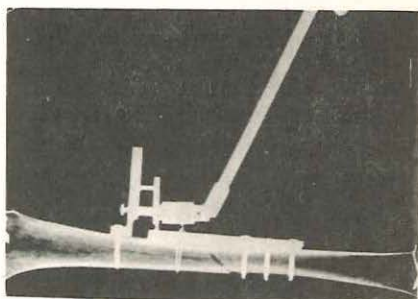


Fig.14.

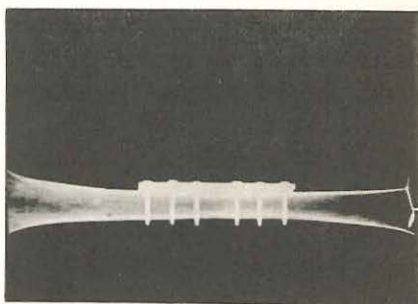


Fig.15.

schroefgaten van schroeven voorzien (fig.15). Hierbij kan men het plaatsen van schroeven in of vlakbij korte fractuurspleten beter vermijden, aangezien het stabiliserend effect van dergelijke schroeven slechts zelden opweegt tegen het extra bottrauma. (Bij lange fractuurlijnen wordt het plaatsen van schroeven dóór de fractuurlijn daarentegen juist aanbevolen, met name wanneer men de schroeven



kan gebruiken als *trekschroef* (zie fig.16). In dat geval is dan ook niet zo zeer sprake van een compressieplaatfixatie, als wel van een trek-schroeffixatie met plaatversterking van één corticalis).

Nadat de schroeven zijn geplaatst worden de cerclages en het compressorium verwijderd, waardoor het laatste schroefgat beschikbaar komt. Teneinde een geleidelijke overgang te krijgen tussen het niet gefixeerde en het star gefixeerde deel van de diaphyse zou het aanbeveling verdienen in dit laatste schroefgat een korte schroef te plaatsen, die slechts door één corticalis loopt (zie fig.17). Voor para-articulaire spongieuze botgedeelten zijn speciale spongiosaschroeven beschikbaar.

Nadat aldus de eigenlijke plaatfixatie is voltooid wordt een vacuumdrain volgens Redon in het wondgebied achtergelaten. Deze wordt door een aparte steekopening op enige afstand van de wond naar buiten geleid. Na het sluiten van de wond (in één laag) wordt de ingreep beëindigd met het aanleggen van een licht gewatteerd onderbeensverband en het opheffen van de bloedleegte. Een periode van bloedleegte van het onderbeen van anderhalf uur wordt toelaatbaar geacht, hoewel wij geen nadelige gevolgen hebben gezien bij enkele jongere patiënten waarbij deze periode tot twee uur was verlengd.

### c. Verdere behandeling.

De nabehandeling van de patiënt met een stabiele onderbeensosteosynthese is in de vroege postoperatieve fase zeer eenvoudig. Op de eerste dag na operatie wordt het verband verwijderd, zodat de huid gedurende de wondgenezing steeds voor inspectie toegankelijk

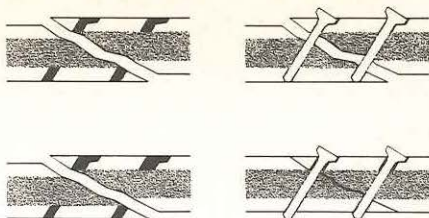


Fig.16. Het principe van de trekschroef: de fractuurspleet wordt "dichtgetrokken", wanneer het boorkanaal in de nabije corticalis zo ruim is, dat de schroef niet hier, maar alléén in de tegenoverliggende corticalis "pakt".

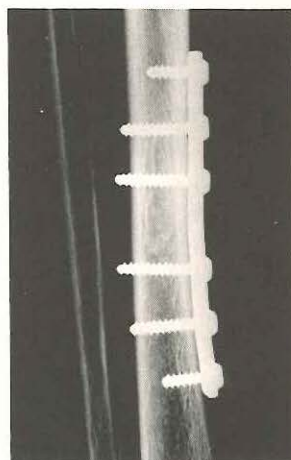


Fig.17.



is. In het algemeen wordt na 24 uur de drain verwijderd en zo mogelijk wordt nu ook de patiënt naast het bed gezet en aangemoedigd knie en enkel actief te bewegen. Dit advies blijft achterwege wanneer een zeer uitgebreid weke delen letsel aanwezig is. In dat geval beschouwen wij de door de beweging veroorzaakte onrust in het wondgebied als nadelig voor de genezing.

Alle patiënten uit dit onderzoek met een onderbeensplaatfixatie kregen als prophylaxe tegen wondinfectie penicilline en streptomycine intramusculair gedurende vijf dagen (sinds eind 1968 is het gebruik van antibiotica bij osteosynthesen sterk beperkt).

Wanneer zich geen vertragingen in de wondgenezing voordoen wordt na ongeveer één week een met een houten voetplaat en een metalen kuitspalk (zie fig.18) versterkt onderbeensgips aangelegd, dat niet primair wordt gespleten. Met dit onderbeensgips blijft de patiënt nog ongeveer vijf dagen in het ziekenhuis, gedurende welke tijd het gips geheel droog en hard wordt. Hierna wordt het aan de voorzijde op twee plaatsen in lengterichting opengezaagd, zodat er nu een afneembaar onderbeensgips is ontstaan, dat aan de binnenzijde licht kan worden gewatteerd en met een stevige zwachtel op zijn plaats kan worden gehouden (zie fig.19 en fig.20). De patiënt wordt nu uit de klinische behandeling ontslagen. Wij staan hem hierbij toe — afhankelijk van de geschatte stabiliteit — het been te belasten, mits dit is voorzien van het stevig omzwachtelde gips. De patiënt krijgt hierbij de opdracht mee om thuis tweemaal per dag het gips af te nemen en de enkelgewrichten te oefenen.

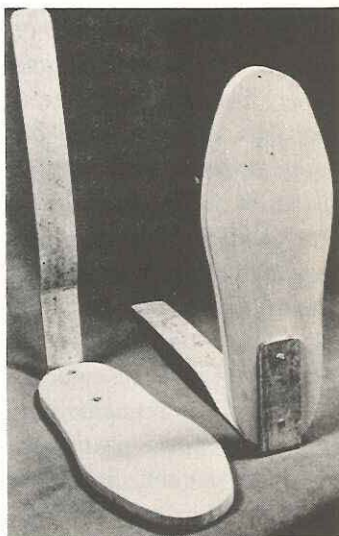


Fig.18.

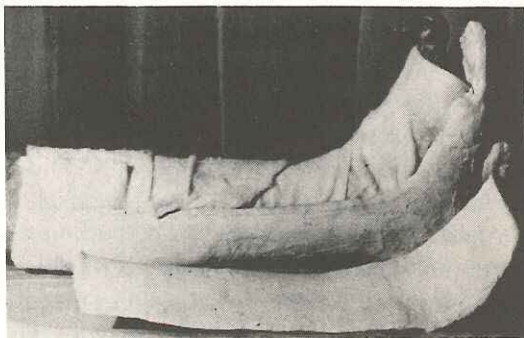


Fig.19.

Het is van het grootste belang de patiënt goed te instrueren en hem vooral op het hart te drukken zonder de bescherming van het versterkte onderbeensgips letterlijk geen stap te verzetten. Wij hebben de ervaring opgedaan dat veel patiënten tot dit laatste maar al te zeer geneigd zijn. Dit wordt begrijpelijk wanneer men bedenkt dat de patiënt met een rigide interne fixatie geheel vrij is van pijn in rust en beweging. Dit op zichzelf verheugende feit geeft vaak een niet gerechtvaardigd gevoel van veiligheid en maakt met name jonge patiënten en patiënten met een beperkte intelligentie vaak overmoedig. Zij gaan dan het been te vroeg belasten zonder het voorgeschreven loopgips. *Herhaaldelijk blijkt dan dat (ook de oefenstabiele) osteosynthese slechts een mechanisch hulpmiddel is tot het biologische proces van de fractuurgenezing, maar zeker geen substituut van dit proces zelf;* het materiaal vervult zijn taak goed, mits de consolidatie vordering maakt. Blijft dit proces om wat voor reden dan ook uit, dan is er geen enkel osteosynthesemateriaal, hoe ook geconstrueerd of bevestigd, blijvend in staat het lichaamsgewicht te dragen. Om deze reden werd een kleine categorie patiënten, die zich niet aan de voorschriften hield, voorzien van een niet afneembaar bovenbeensloopgips.



Fig.20.

Hoe lang men een patiënt met een oefenstabiele plaatfixatie het afneembare, versterkte onderbeensgips moet laten dragen, is in hoge mate arbitrair. De behandelende medicus ontleent namelijk aan periodieke röntgencontroles maar een betrekkelijk geringe informatie over het vorderen van de consolidatie. Hiervoor zijn twee oorzaken aanwezig. In de eerste plaats bemoeilijkt het implantaat niet zelden de juiste interpretatie van de fractuurgenezing en in de tweede plaats verloopt het herstelproces röntgenologisch doorgaans anders dan bij de conservatief behandelde fractuur het geval is. In dit laatste geval vindt de fractuurgenezing plaats door middel van een geleidelijk verbenende callus van endostale en periostale herkomst. Door deze callus wordt de fractuurspleet overbrugd en worden de fractuurdelen in toenemende mate vast met elkaar verbonden.

Bij een starre inwendige fixatie daarentegen heeft het botherstel een ander karakter; het is namelijk gebleken dat, naarmate de bewegings-



mogelijkheid van de fractuur afneemt, de endostale en vooral de periostale bijdrage tot callusvorming eveneens afnemen (Schenk en Willenegger, 1964). Deze auteurs hebben in het dierexperiment osteotomieën in anatomische stand oefenstabiel gefixeerd en daarna bij histologisch onderzoek een directe, corticale botregeneratie vanuit de Haversse kanalen waargenomen. Later werd deze wijze van botgenezing ook bij de mens aangetoond (Willenegger 1966). De corticale regeneratie zonder periostale callusbijdrage wordt *botgenezing per primam intentionem* genoemd; bij röntgenonderzoek kan men in dergelijke gevallen waarnemen dat eventueel nog zichtbare fractuurspleten geleidelijk vervagen en daarna weer de dichtheid van het omringende bot aannemen. Bovendien wordt gedurende het gehele genezingsproces geen of nagenoeg geen periostale callusverbening gezien (zie fig.21 en 22). De “primaire botgenezing”, zoals die zich op röntgenfoto's manifesteert, werd als zodanig vermoedelijk reeds vóór het begin van deze eeuw door Lane waargenomen en kreeg later ruimere bekendheid door het werk van Danis (1932,1947). Het verschijnsel wordt heden ten dage door de klinicus veelal positief ge-

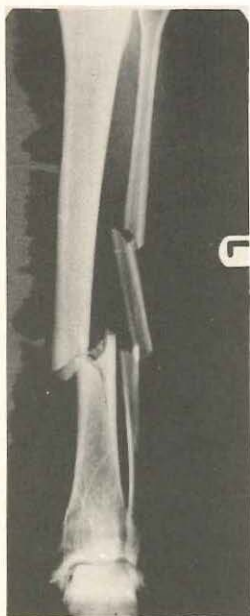


Fig.21. (Open) dwarse fractuur met incomplete “keil”, werd primair gestabiliseerd.

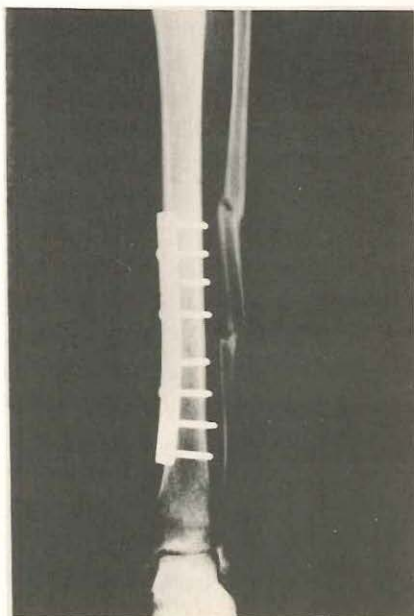


Fig.22. Toestand na ruim twee maanden (wond genezen), fractuurspleten nog vaag zichtbaar, geen periostale callusverbening, wel osteoporose distaal van de fractuur.



waardeerd als blijk van blijvende stabiliteit gedurende de fractuurgenezing.

Onze patiënten bij wie zich geen complicaties voordeden, droegen doorgaans 8 à 10 weken het afneembare onderbeensgips. Dit werd hierna op dezelfde wijze als bij de conservatief behandelde patiënt nog door een zinklijmverband gedurende ongeveer twee weken vervangen, waarna zo nodig nog enige tijd een steunzwachtel werd gedragen.

Het is ons opgevallen dat men de op röntgenfoto's zichtbare osteoporose gedurende de fractuurbehandeling (zie fig.22) en oedeem na definitieve gipsverwijdering niet door een oefenstabiele plaatfixatie kan voorkómen. Niettemin kregen wij de indruk dat deze verschijnselen bij de patiënten met deze plaatfixaties minder optraden.

## HOOFDSTUK IV

### KWANTITATIEVE ASPECTEN VAN DE TOEGEPASTE BEHANDELINGSMETHODEN

It must not be assumed that the new system can be completely consolidated the moment it is established, for that is impossible. It has to be consolidated step by step.

Mao Tse Toeng 1957, Rode Boekje.

Zoals reeds werd vermeld werd op 1 april 1965 de therapeutische benadering van de fractura cruris op enkele punten gewijzigd, een wijziging die in dit onderzoek centraal staat. Niet slechts werd als methode der keuze de adaptatie-osteosynthese met de schuifplaat volgens Eggers vervangen door de oefenstabiele osteosynthese met behulp van de AO-compressieplaat, maar ook werd steeds veelvuldiger de indicatie gesteld voor osteosynthese als zodanig.

De verzamelde bijzonderheden over de behandelingen in groep I en groep II geven ons door de gevonden verschillen een goede indruk van de mate, waarin deze wijzigingen in behandeling plaatsvonden. Registratie werd per patient uitgevoerd op het formulier, afgebeeld als Bijlage A, deel C.

#### 1. De voorbehandeling met behulp van extensie

Deze werd bij groep II aanmerkelijk minder vaak uitgevoerd.

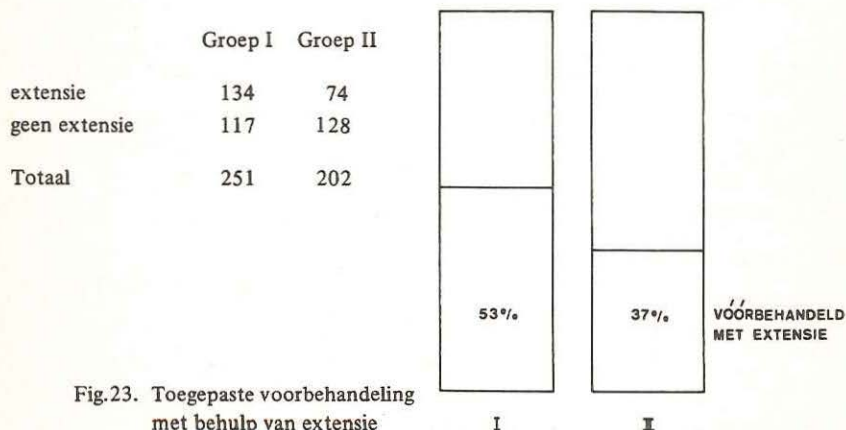


Fig.23. Toegepaste voorbehandeling met behulp van extensie

## 2. De duur van de extensie

Wanneer wij de extensie naar tijdsduur indelen in drie perioden dan wordt de volgende verdeling gevonden:

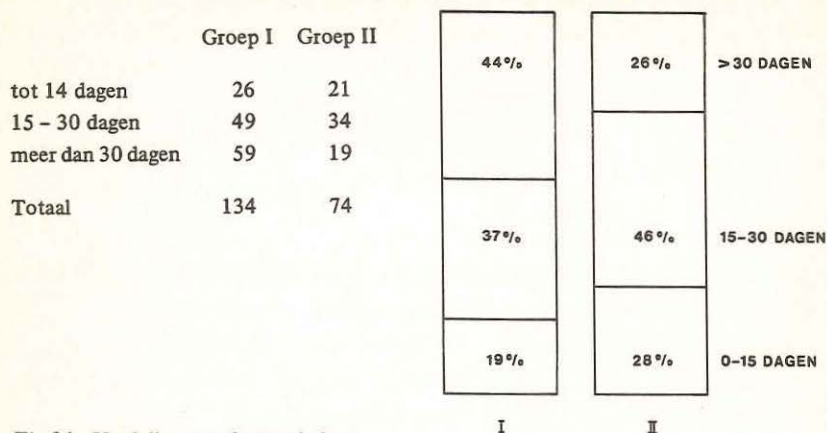


Fig.24. Verdeling van de tractieduur

Kennelijk is er bij groep II met meer succes naar gestreefd de extensiebehandeling zo kort mogelijk te houden; bij groep I had bijna de helft van de patiënten, bij wie deze voorbehandeling werd toegepast, langer dan 30 dagen tractie. In groep II was dit slechts bij een kwart van de patiënten het geval.

## 3. De definitieve behandeling

Zeër duidelijke verschillen treden aan het licht wanneer wij nagaan welke definitieve behandelingen werden toegepast. De volgende verdeling wordt dan gevonden:

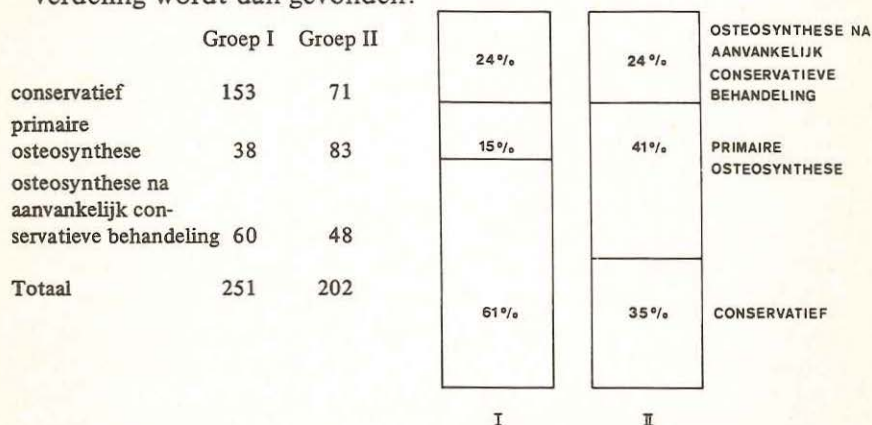


Fig.25. Verdeling van de toegepaste behandelingen



Duidelijk blijkt dat in groep II de primaire osteosynthese — waar- onder wordt verstaan osteosynthese op de dag van het ongeval — een grotere plaats is gaan innemen, zulks ten koste van de conser- vatieve behandeling; het percentage osteosynthesen na aanvanke- lijk conservatieve behandeling is namelijk gelijk gebleven. In totaal werd dus 39 % van de patiënten van groep I aan een osteosynthe- se onderworpen en 65 % van de patiënten van groep II. In deze percentages wordt de verruiming van de indicatie tot osteosynthe- se weerspiegeld.

#### 4. *Het tijdstip van de osteosynthese*

Nader onderzocht werd op welk tijdstip gedurende de behande- lingsperiode de osteosynthese werd uitgevoerd.

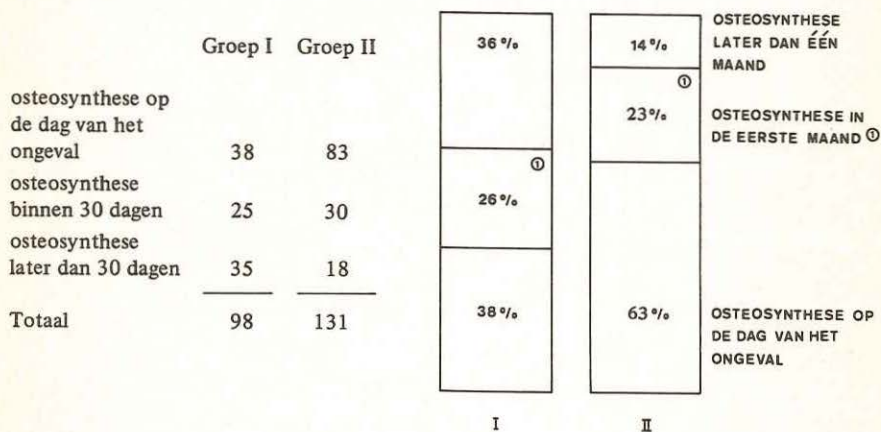


Fig.26. Tijdstip osteosynthese

Het is duidelijk geworden dat osteosynthese in groep II niet slechts veelvuldiger werd uitgevoerd, maar ook eerder en wel meestal op de dag van het ongeval.

#### 5. *De aard van de osteosynthese*

In enkele gevallen werd in beide groepen niet de voor de groep gebruikelijke plaatfixatie uitgevoerd, maar een andere osteosyn- these, meestal een fixatie met behulp van schroeven. Bij groep I vond dit plaats bij 15 patiënten, dit is bij 6 % van het totale aantal, ofwel bij 14% van de uitgevoerde osteosynthesen. Bij groep II werd bij 11 patiënten een andere osteosynthese dan plaatfixatie

verricht, hetgeen 5 % van het totale aantal bedraagt, ofwel 8 % van de osteosynthesen.

6. *Het totale aantal chirurgische ingrepen* werd van beide groepen geregistreerd. De patiënten werden hierbij verdeeld in vier categorieën al naar gelang zij géén, respectievelijk één, twee of meer dan twee ingrepen ondergingen. Onder chirurgische ingreep hebben wij verstaan die operatieve behandelingen, waarvoor narcose noodzakelijk was; het betreft dus niet slechts osteosynthesen, maar ook bijvoorbeeld huidtransplantaties of verwijdering van osteosynthesemateriaal. Er zijn dan ook een aantal conservatief behandelde patiënten, die niettemin geopereerd zijn. De volgende verdeling werd gevonden:

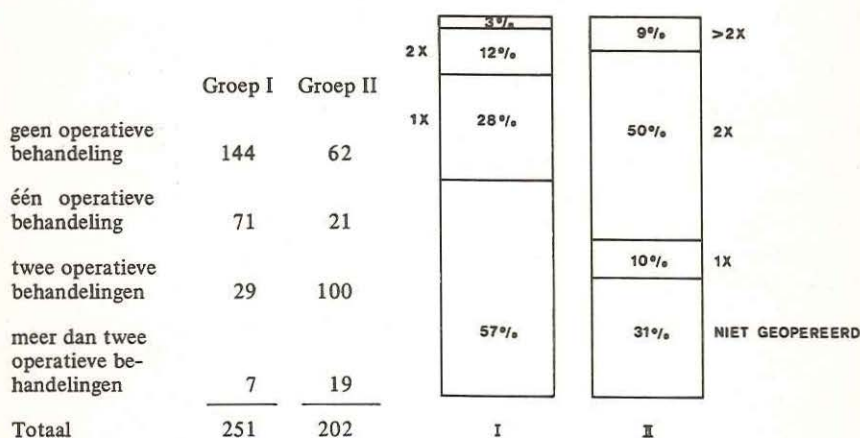


Fig. 27. Verdeling naar aantal chirurgische ingrepen per patiënt

Wat betreft de gevonden percentageverschillen van de éénmalig of meermalen geopereerden is een kleine toelichting op zijn plaats. De uitgevoerde operaties houden voor het merendeel verband met plaatosteosynthesen. Naast de verschillen in indicatiestelling, osteosynthesetechniek en nabehandeling hebben wij bij de twee verschillende plaatfixaties, waarvan in dit onderzoek sprake is, ook nog te maken met verschillen in de samenstelling van het fixatiemateriaal.

De schuifplaat volgens Eggers is vervaardigd uit vitallium, een chroom-kobalt legering van zeer hoge corrosiebestendigheid. Dit



materiaal werd slechts verwijderd, wanneer klachten hiertoe aanleiding vormden.

Het materiaal, waaruit de AO-compressieplaat is vervaardigd, heeft wat andere eigenschappen; het is een roestvast stalen legering van aanzienlijk geringere corrosiebestendigheid dan het vitallium. Om klinische gevolgen van eventuele corrosieverschijnselen te voorkómen werd, in navolging van hetgeen door de AO wordt geadviseerd, als routine na ruim één jaar het AO-materiaal weer verwijderd, ongeacht het bestaan van klachten. Bij materiaalverwijdering werden inderdaad vaak verschijnselen van contactcorrosie — de vorm, waarin de corrosie van implantaten zich het meest opvallend manifesteert — waargenomen van contactvlakken tussen plaat en schroeven.

De noodzaak om het materiaal weer te verwijderen is in zekere zin inhaerent aan de methode en als zodanig een wezenlijk nadeel van de methode.

Niettemin werd bij enkele patiënten, die osteosynthese met AO-materiaal hadden ondergaan, het materiaal niet verwijderd. Het betrof hier voor het merendeel oudere patiënten, die ofwel slechts schroeffixaties hadden ondergaan — doordat deze schroeven geen contact onderhouden met andere metalen delen kan althans contactcorrosie niet optreden — en verder een aantal oudere patiënten, bij wie de platen bewust niet werden verwijderd. Zulks omdat de levensverwachting van de patiënt zodanig was, dat wij meenden dat zelfs een progressieve corrosie niet meer aanleiding zou kunnen zijn tot een metallose.

Overigens zullen de klachten, die het osteosynthesemateriaal veroorzaakte, nog in een volgend hoofdstuk ter sprake komen.

#### *7. Duur van het circulaire gips*

Er werd geregistreerd hoe lang een circulair gips, hetzij primair, hetzij als aanvulling op een operatieve behandeling, werd gedragen. Hierbij werd een indeling gemaakt in drie categorieën, te weten 0 — 4 weken, 4 — 20 weken en meer dan 20 weken. De indelings-termijn 0 — 4 weken kan hier enige bevreemding wekken. Deze termijn werd gekozen omdat in groep II een groot aantal patiënten met AO-plaatfixaties gedurende korte tijd een circulair gips droegen, dat één à twee weken na de osteosynthese afneembaar werd gemaakt (zie blz. 41-42). De termijn van 20 weken is eveneens arbitrair; wij hebben dit tijdstip gekozen als uiterste termijn van normale consolidatie.

De volgende verdeling werd gevonden:



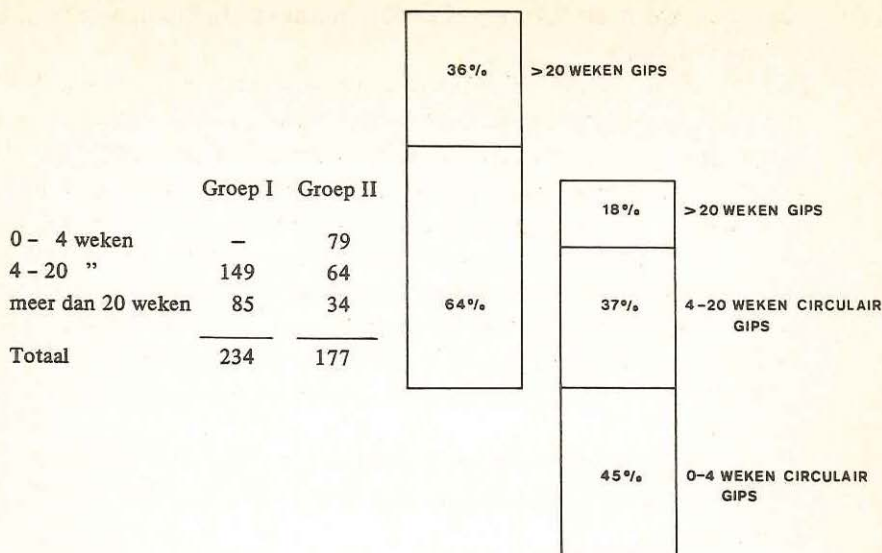


Fig.28. Duur van het circulaire gips

I

II

De verschillen tussen beide groepen springen hier onmiddellijk in het oog: in groep I ontbreekt de termijn 0 - 4 weken circulair gips logischerwijs geheel, omdat met een "normale" conservatieve (na-) behandeling binnen een maand geen enkele onderbeensfractuur het zonder gips kan stellen; het afneembare onderbeensgips, dat niet tot het circulaire gips is gerekend, komt in groep I niet voor. In groep II valt 45 % van het totale patiëntenmateriaal binnen de groep, die tot 4 weken circulair gips hebben gehad. In feite betreft het hier dus patiënten, die een AO-plaatfixatie hebben ondergaan en na wondgenezing een versterkt circulair onderbeensgips hebben gekregen, dat na korte tijd tot een afneembaar gips werd gemaakt. Er kan derhalve worden geconstateerd dat bij deze patiënten immobilisering van de spronggewrichten van aanmerkelijk kortere duur is geweest.

#### 8. Het tijdstip van het belasten

De hierboven beschreven registratie had uitsluitend betrekking op de duur van het *circulaire* gips, d.w.z. op de duur van de immobilisering van gewrichten. Er werd echter ook onderzocht na hoeveel tijd aan de patiënten uit beide groepen het belasten van de extremititeit met een gipsverband - van welke aard dan ook - werd toegestaan. Dezelfde indeling in termijnen hanterend vinden wij de volgende verdeling:

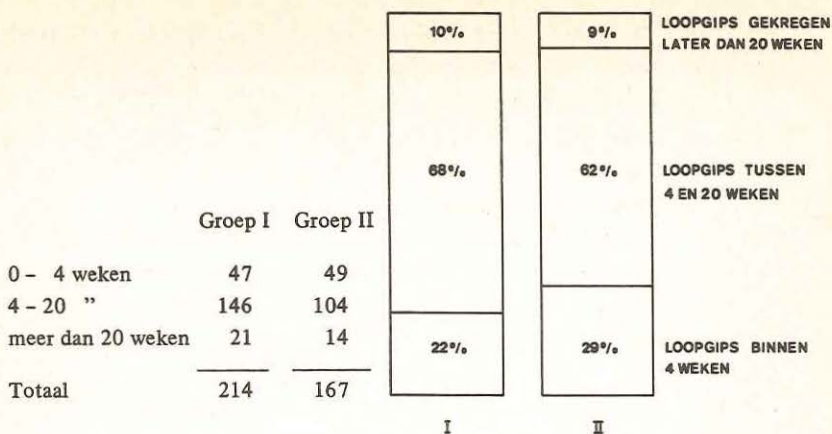


Fig.29. Verdeling naar tijdstip waarop het belasten met gips werd toegestaan

In tegenstelling tot hetgeen wij verwachten bleek van groep II, in vergelijking met groep I, een nauwelijks verschillend percentage patiënten binnen een maand – *met wat voor soort gipsverband dan ook* – gemobiliseerd te zijn, dit ondanks de stabiele osteosynthese. Dit geldt eveneens voor de overige termijnen.

## 9. Het tijdstip van definitieve gipsafneming

Bij de registratie van het tijdstip, waarop het gips definitief kon worden weggelaten, hebben wij niet de hierboven gebruikte, vrij grove indeling gehanteerd, maar een indeling in termijnen van één maand. Dit deel van het onderzoek had betrek-

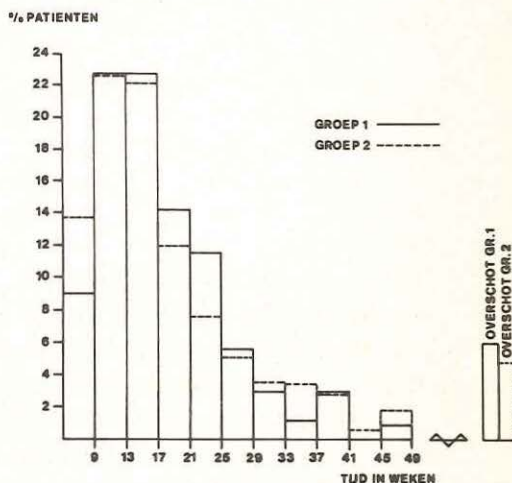


Fig.30. Tijdstip, waarop belasten zonder gips werd toegestaan



king op 233 patiënten van groep I en 174 patiënten van groep II. De verschillen zijn opmerkelijk klein: van beide groepen patiënten liep de helft binnen 17 weken zonder gips en 90% binnen 30 weken (zie fig.30).

#### 10. *Het tijdstip van consolidatie*

Uiteraard hangt het tijdstip, waarop het gipsverband achterwege kan blijven, ten nauwste samen met de consolidatie, beoordeeld aan de röntgenfoto. Deze beoordeling is subjectief; wij hebben in dit onderzoek slechts dan van consolidatie gesproken, wanneer de fractuurspleet weer ongeveer de dichtheid van het omringende bot had aangenomen. Dit tijdstip valt dan ook geregeld later dan het moment, waarop het gips definitief kon worden weggelaten. De volgende verdeling werd gevonden in de twee groepen:

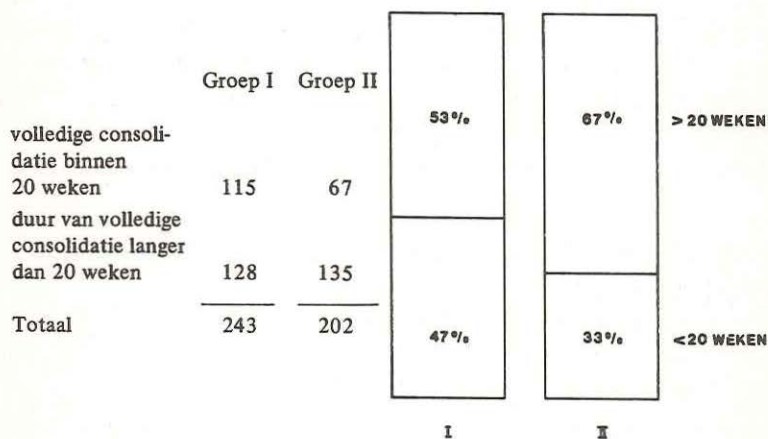


Fig.31. Duur van de consolidatie

Uiteraard wordt met behulp van bovenstaande percentages geen duidelijk inzicht verkregen in het werkelijke *consolidatiebeloop* bij de twee patiëntengroepen. Om deze reden werd dit nog eens geregistreerd naar perioden van een maand (zie fig.32).

Het bleek, dat bijna de helft van de fracturen van groep I binnen 20 weken was geconsolideerd; eenzelfde deel van groep II daarentegen had hiervoor 24 weken nodig.

Ruim 3/4 van de fracturen van groep I was binnen 32 weken geconsolideerd; een even groot gedeelte van groep II had hiervoor

„PATIENTEN

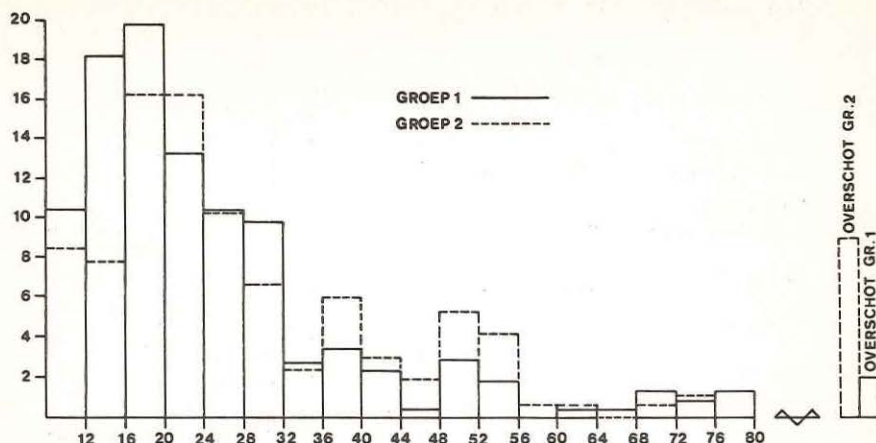


Fig.32. Röntgenologische consolidatieduur in weken

40 weken nodig.

Fracturen, die na een jaar nog niet geconsolideerd waren, hebben wij een *pseudarthrose* genoemd. Wij constateren dan dat van de 243 patiënten van groep I (die voor dit deel van het onderzoek in aanmerking kwamen, zie hfdst.I, laatste alinea) er 20 (d.i. 8%) een pseudarthrose kreeg. Van de 202 patiënten van groep II bedraagt dit aantal 33 (d.i. 16%). Ondanks het feit, dat in groep II in een zoveel ruimere mate van osteosynthese werd gebruik gemaakt, is de consolidatie van deze fracturen trager geweest en het aantal pseudarthrosen significant groter.

#### 11. De aard van de botgenezing

De consolidatie is op de röntgenfoto het best te beoordelen bij de conservatief behandelde fractuur. Zoals reeds eerder werd opgemerkt (zie blz. 42 t/m 44) bemoeilijkt het osteosynthesemateriaal de beoordeling van het fractuurgebied en neemt de hoeveelheid periostale callus af, naarmate de fixatie stabiel is. Bij de primaire botgenezing is om deze redenen het tijdstip van consolidatie moeilijk vast te stellen. Naar analogie van dierexperimenten mag worden aangenomen dat het ligt tussen 8 en 12 weken.



Van iedere fractuur werd geregistreerd of er primaire botgenezing had plaatsgevonden. Dit gaf het volgende resultaat:

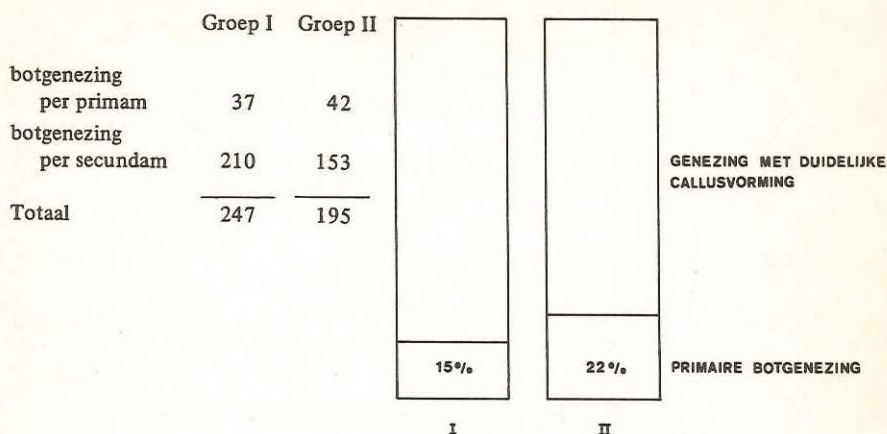


Fig.33. Aard van de botgenezing

## 12. De noodzaak tot revalidatie

Wij hebben geregistreerd of bij de behandeling de Afdeling Revalidatie ingeschakeld was geweest. Zoals door het hoge percentage oefenstabiele osteosynthesen mocht worden verwacht, blijkt dat inderdaad in groep II aanzienlijk minder revalidatie nodig is geweest. Er werd de volgende verdeling gevonden:

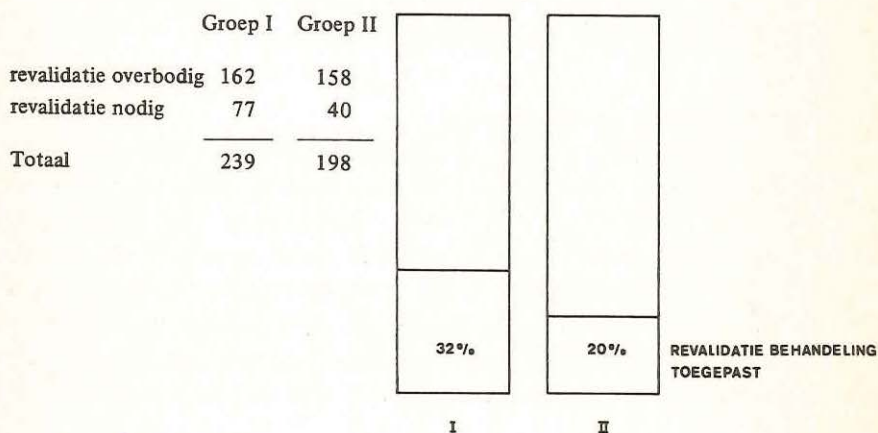


Fig.34. Noodzaak tot revalidatie

13. *De duur van de opname, het aantal bezoeken aan de polikliniek en de totale duur van de behandeling*

Het grootste deel van de kosten van een ongeval is voor de patiënt en de gemeenschap gelegen in een blijvende invaliditeit. Om diverse redenen werd dit aspect bij de twee patiëntengroepen niet onderzocht. Wél hebben wij gemeend een indruk te moeten krijgen van de *kosten van de behandeling*. Hiertoe werden van beide groepen met elkaar vergeleken de totale opnameduur, de totale behandelingsduur en het aantal bezoeken aan de nabehandelings-polikliniek.

- a. De registratie van de *totale opnameduur* strekt zich bij groep I uit over 221 patiënten (zie hoofdstuk I, laatste alinea). Van dezen werden er 41, dit is 19% volledig poliklinisch behandeld. Bij groep II bedragen deze aantallen 170, resp. 10, zodat slechts 6 % van de patiënten van groep II niet werd opgenomen. Dit is een opmerkelijk verschil.

Van de patiënten, die wél opgenomen werden, is het beloop van deze opnameduur weergegeven in fig.35. Wanneer wij de patiënten, die uitsluitend poliklinisch werden behandeld én degenen, die langer dan drie maanden opgenomen waren buiten beschouwing laten, is de gemiddelde opnameduur voor beide groepen gelijk.

Deze bedraagt voor

groep I

28.74 ( $\pm 20.11$ )

en voor groep II

28.12 ( $\pm 19.95$ ) dagen

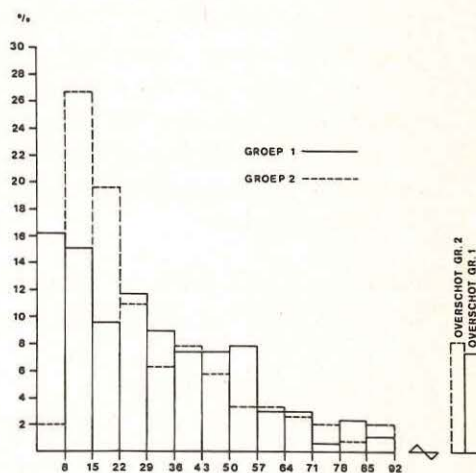


Fig.35. Totale opnameduur in dagen

- b. Voor het aantal bezoeken aan de polikliniek wordt ongeveer hetzelfde beloop geconstateerd (zie fig.36); het blijkt dat ongeveer 2/3e deel van beide groepen patiënten minder dan 15 bezoeken aan de polikliniek bracht.

Wanneer wij de patiënten die meer dan 40 maal de polikliniek bezochten buiten beschouwing laten, vinden wij in beide groepen hetzelfde gemiddelde. Het bedraagt voor

Groep I  $12.85 \pm 6.31$  en voor  
Groep II  $13.01 \pm 6.47$ .

- c. Van beide patiëntengroepen werd de *behandelingsduur* uitgedrukt in weken. Hier traden opmerkelijke verschillen aan de dag. De helft van de patiënten van groep I had een kortere behandeling dan 36 weken;

bij groep II daarentegen was pas na 60 weken bij de helft van de patiënten de behandeling beëindigd. Opvallend is ook (zie fig.37), dat het percentage patiënten van groep II, dat een behandeling behoefde langer dan 80 weken, tweemaal zo groot is als dat van groep I. Zelfs wanneer wij deze uitzonderlijk langdurig behandelde (meer dan 80 weken) buiten beschouwing laten, wordt een aanzienlijk hoger gemiddelde berekend voor groep II.

Het bedraagt voor

Groep I  $33.52 \pm 16.57$  en voor  
Groep II  $46.87 \pm 20.06$  weken.

Dit verschil is significant

(t toets:  $t = -4.61$ ,  $\varphi = 331 \rightarrow P \leq 0.05$ )

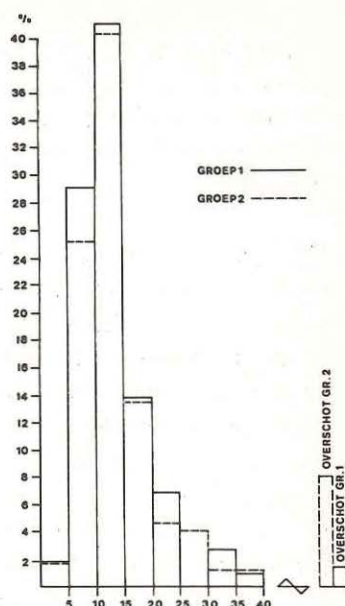


Fig.36. Aantal poliklinische bezoeken



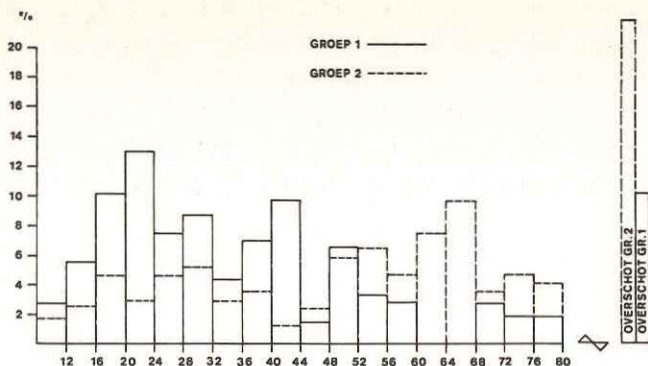


Fig.37. Totale behandelingsduur in weken

Ongetwijfeld is een deel van deze langere totale behandelingsduur het gevolg van het hoge percentage AO-plaatfixaties. De behandeling werd door ons namelijk pas als geëindigd beschouwd, wanneer de plaat weer was verwijderd.

De gegevens van dit hoofdstuk laten zich als volgt samenvatten:

*Bij de patiënten van groep II werd aanzienlijk minder en korter extensie toegepast en er werd een andere plaatosteosynthese uitgevoerd. Deze osteosynthese vond veel vaker en veel vroeger plaats dan bij de patiënten van groep I. Het gemiddeld aantal operatieve behandelingen van groep II was hoger; de immobilisering van gewrichten door een gipsverband daarentegen aanmerkelijk korter. Het percentage patiënten evenwel, dat binnen een maand op de been was, was in beide groepen ongeveer gelijk. Dit laatste geldt ook voor de tijdstippen, waarop het gips volledig overbodig was geworden. De patiënten van groep II hadden een langere consolidatieduur dan groep I en meer pseudarthrosen. Voor de patiënten van groep I werd aanzienlijk vaker een revalidatiebehandeling noodzakelijk geacht.*

*Er werd een veel groter percentage patiënten van groep I uitsluitend poliklinisch behandeld, maar de twee groepen verschilden niet in gemiddeld aantal bezoeken aan de polikliniek. Van de opgenomen patiënten is de gemiddelde duur van de opname gelijk. Dit geldt niet voor de totale behandelingsduur, die voor groep II hoger is.*

*Hoewel voor de patiënten van groep II minder revalidatie noodzakelijk is geweest, menen wij dat door het grotere percentage klinische behandelingen, het grotere aantal operaties en de langere behandelingsduur de behandeling van de patiënten van groep II bewerkelijker is geweest. Mede daardoor zullen de kosten van de behandeling van de patiënten van deze groep hoger zijn geweest dan van die van groep I.*

# HOOFDSTUK V

## OPGETREDEN COMPLICATIES

Er is, dat heb ik al eens gezegd, meer dan genoeg narigheid in de wereld, en ook al ruimschoots voldoende bij mij thuis.

G.K. van het Reve 1963, Op weg naar het einde.

### 1. Huidcomplicaties en infecties.

Uit diverse publicaties (H.K.L. Nielsen 1969, E.A. Nicoll 1964, P. Edwards 1965, L. Böhler e.a. 1957) kregen wij de indruk dat *infectie de belangrijkste complicatie* is, waardoor het behandelingsresultaat van de fractura cruris wordt bedreigd.

Wij hebben in dit onderzoek deze complicatie ingedeeld en geregistreerd (zie Bijlage A, afd.D) als infectie van de huid (zoals bijv. bij een oppervlakkige necrose optreedt) en osteomyelitis. Dit onderscheid was vaak niet gemakkelijk. De infectie van de fractuur werd in de meeste gevallen door een huidnecrose voorafgegaan. Hierdoor kwam dan bot of osteosynthesemateriaal bloot te liggen en via de ontstane porte d'entrée kwam het tot infectie van het fractuurgebied. Uiteraard was steeds sprake van osteomyelitis, wanneer verwijdering van sequesters noodzakelijk was. De volgende verdeling werd gevonden:

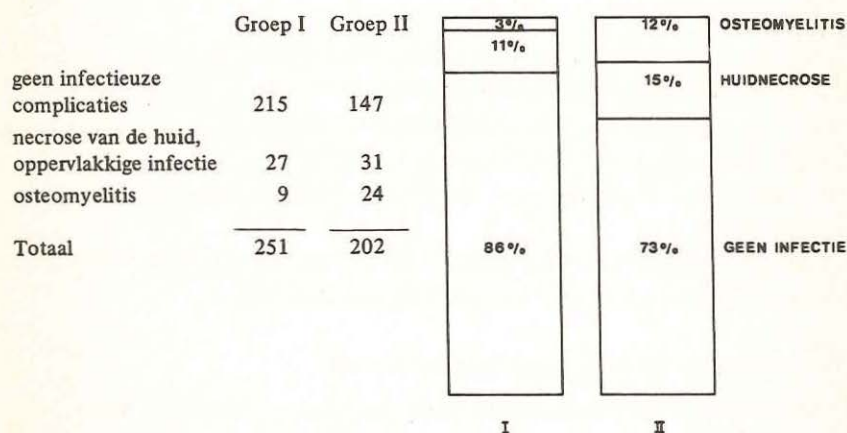


Fig.38. Infectieuze complicaties



De verschillen, die hier ten ongunste van groep II werden gevonden, zijn niet significant. In deze studie zal verder — behalve in de statistische bewerking in hoofdstuk VII — geen nadrukkelijk onderscheid meer worden gemaakt tussen oppervlakkige infecties en osteomyelitis; wij zullen deze verwickelingen verder noemen *huidcomplicaties en infecties*.

## 2. *Hernieuwde fractuur gedurende de behandeling.*

In beide groepen patiënten kwam het een aantal malen tot hernieuwde continuïteitsverbrekingen van het bot in of vlak bij de oude fractuur. In overeenstemming met het chirurgisch jargon zal verder worden gesproken van *refracturen*.

In groep I werden 6 refracturen geregistreerd. In twee gevallen betrof het conservatief behandelde fracturen. Driemaal werd een refractuur waargenomen bij patiënten, waarvan de fractuur met een schuifplaat was gefixeerd. In één geval trad de refractuur op nadat bij vermeende consolidatie de schuifplaat wegens klachten was verwijderd.

Groep II telde 8 refracturen. Tweemaal betrof het conservatief behandelde fracturen, bij drie patiënten met een AO-plaatfixatie werd plaatbreuk geconstateerd of was de plaat door een relatief te vroeg belasten losgewrikt. De drie overige gevallen tenslotte kregen een hernieuwde breuk nadat de plaat was verwijderd (zie ook ad 5 van dit hoofdstuk, laatste alinea).

## 3. *Ulcera onder het gips en infecties van het kanaal door de calcaneus.*

Ulcera onder het gips en infecties van het kanaal van de snaar door de calcaneus constateerden wij in groep I 16 maal. In één van deze gevallen moest het ulcus operatief worden behandeld.

In groep II werden bovenbeschreven complicaties 14 keer waargenomen; hier vond driemaal een operatieve behandeling plaats wegens een "gipsulcus".

De infecties van het draadkanaal waren in beide groepen van lichte aard en verdwenen vlot na verwijdering van de draad.

## 4. *Klachten over het osteosynthesemateriaal.*

Alle patiënten werden ondervraagd naar het vóórkomen van klachten, verband houdend met de aanwezigheid van het implantaat. Deze klachten waren steeds van lichte aard en soms niet te differentiëren van die, welke ook bij conservatief behandelde onderbeensfracturen

kunnen optreden. Zij varieerden van een soms aanwezig “moe gevoel” tot licht zeurende pijsensaties bij weersverandering.

In beide groepen klaagde een aantal patiënten, die plaatfixaties hadden ondergaan op de antero-mediale zijde van de tibia, dat de huid boven de plaat extra pijngevoelig was. Dit verschijnsel kon niet steeds worden onderscheiden van sensibiliteitsklachten, die zich kunnen voordoen in de buurt van littekens, die niet het gevolg zijn van een osteosynthese.

De *frequentie* van klachten van betekenis lag in beide groepen ongeveer gelijk:

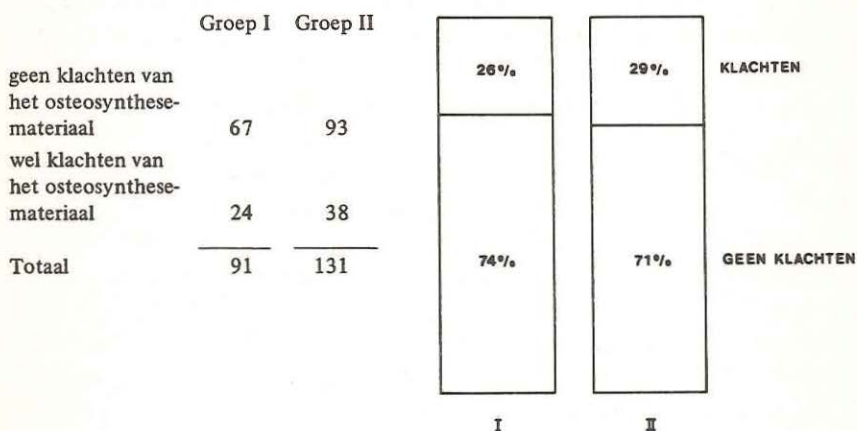


Fig.39. “Plaatklachten”

Soms echter waren de klachten over het osteosynthesemateriaal van een bijzonder *karakter*. Met name jonge mensen, waarvan het onderbeen met een AO-plaat was gefixeerd vertelden herhaaldelijk hetzij spontaan of bij navragen dat het hardlopen onmogelijk was geworden, omdat bij deze activiteit het been op onaangename wijze “trilde”, of “schokte”. Ook werd wel aangegeven dat “het been werd tegengehouden”. De gang was in dergelijke gevallen steeds normaal, maar wanneer wij de patiënt verzochten hard te lopen werd een duidelijke asymmetrie opgemerkt met een te lange belastingsfase van het geopereerde been. Dit verschijnsel en de klacht hieromtrent verdwenen steeds enige tijd na verwijdering van de plaat.

Hoewel een oorzaak van het bovenbeschreven verschijnsel niet met zekerheid bekend is, wordt wel aangenomen (Müller 1968) dat het samenhangt met een verschil in elasticiteit tussen het niet en het star gefixeerde diaphysaire botgedeelte. Wij hebben dit verschijnsel waar-



genomen bij 16 jonge actieve sportbeoefenaren in leeftijd variërend van 18 tot 35 jaar, alle deel uitmakend van groep II.

Het is ons niet bekend, of deze specifieke klacht ook na fixaties met de schuifplaat kan optreden.

### *5. Verwijdering van de plaat.*

In groep I werden alleen de schuifplaten, die klachten gaven, verwijderd en de overige in situ gelaten. In tegenstelling hiermede werden wegens de in het vorige hoofdstuk genoemde corrosiegevaaren 111 AO-platen verwijderd, ongeacht het bestaan van klachten. Bij 20 patiënten van groep II werd het materiaal niet verwijderd; het betrof hier in hoofdzaak schroeffixaties en fixaties bij bejaarden zonder klachten.

De verwijdering van de plaat bezit nog een aspect, dat onze aandacht verdient. In het dierexperiment zijn aanwijzingen gevonden (Perren 1966, Wagner 1967), dat het gedeelte van de corticalis dat zich direct onder een stevig implantaat bevindt, histologische veranderingen kan ondergaan in de zin van osteoporose. Niet zelden wordt dan ook na verwijdering van de plaat op röntgenfoto's een verminderde dichtheid van het bot in dit gebied gevonden. Bovendien is dit gedeelte gekenmerkt door een aantal schroefgaten. Om deze redenen dient bij deze patiënten het voormalige fractuurgebied gedurende enkele maanden als een zwakke plek te worden beschouwd, waarin opnieuw fracturen kunnen optreden. Sportbeoefening werd onze patiënten gedurende deze periode dan ook ontraden. Alle patiënten, bij wie een AO-plaat was verwijderd, werden ruim drie maanden na materiaalverwijdering schriftelijk of telefonisch nog eens benaderd om eventuele refracturen op te sporen. Afgezien van de onder (2) van dit hoofdstuk genoemde drie patiënten, die zich spontaan weer meldden met een fractuur kort na de plaatverwijdering, werden geen late refracturen meer achterhaald.

### *6. Vertraagde consolidaties en pseudarthrosen.*

Om technische redenen vond bespreking en vergelijking van deze belangrijke complicaties van de fractuurbehandeling plaats in een vorig hoofdstuk (zie blz. 52 en 53).

### **Samenvatting.**

*Bij vergelijking in globale zin van de twee groepen konden geen*



*significante verschillen worden geconstateerd wat betreft het optreden van infectieuze complicaties. Hetzelfde was het geval met het vóórkomen van refracturen en klachten van het osteosynthesemateriaal. Het zeer speciale karakter van de klachten, die de AO-plaat kan veroorzaken, werd besproken. De noodzaak om niet geheel corrosiebestendig materiaal weer te verwijderen, is een nadeel eigen aan het gebruik ervan. De verlenging van de gemiddelde consolidatieduur en de stijging van het aantal pseudarthrosen van groep II in vergelijking met groep I was reeds in een vorig hoofdstuk besproken.*

## HOOFDSTUK VI

### HET NAONDERZOEK

Get your facts first, and then you can distort'em as much as you please.

Mark Twain.

Van de 251 patiënten van groep I konden er 17 niet worden naonderzocht, dit is 7 %.

Van de 202 patiënten van groep II konden er 8 niet worden naonderzocht, dit is 4 %.

De redenen hiervoor waren:

	Groep I	Groep II
overleden aan aandoeningen, niet verband houdend met de fractura cruris	10	2
teruggekeerd naar het buitenland	4	4
zeer ernstig hersenletsel tengevolge van het ongeval	1	--
onvindbaar	1	--
secundaire amputatie	1	2
Totaal niet naonderzochten	17	8

Wanneer een patiënt niet persoonlijk werd naonderzocht, werd hij niet in de resultaten van het naonderzoek opgenomen, ook niet wanneer (zoals in een enkel geval gebeurde) schriftelijk uit het buitenland bericht werd ontvangen, dat de patiënt in het geheel geen hinder meer ondervond van de doorgemaakte fractura cruris.

Bij de opsporing en het verkrijgen van medewerking van de 428 patiënten die wél werden naonderzocht, werd veel hulp ondervonden van huisartsen, werkgevers en ambtelijke instanties.

Bij het naonderzoek werd gelet op de volgende *anatomische kenmerken*: aspect van de extremitet, lengte van het onderbeen, bevindingen bij röntgenonderzoek en stand van de voet. Ten aanzien van het *functionele resultaat* werd registratie uitgevoerd van: functie van de knie, functie van de spronggewrichten, klachten over de enkel, arthrosis van het bovenste spronggewricht, vorm en functie van de voet, de gang van de patiënt en tenslotte zijn werkzaamheden (zie

bijlage A, deel E).

Er zij nog eens de aandacht op gevestigd, dat de anatomische en functionele kenmerken werden geregistreerd *voor zover dit mogelijk c.q. van toepassing was*. Doordat sommige kenmerken bij een patiënt wél, andere daarentegen (b.v. door nevenletsels) niet konden worden geregistreerd, kunnen de "totalen" verschillen te zien geven.

### 1. Het aspect van de extremititeit.

Het uiterlijk van het onderbeen werd zo goed mogelijk beschreven. Hierbij werd op de volgende punten gelet:

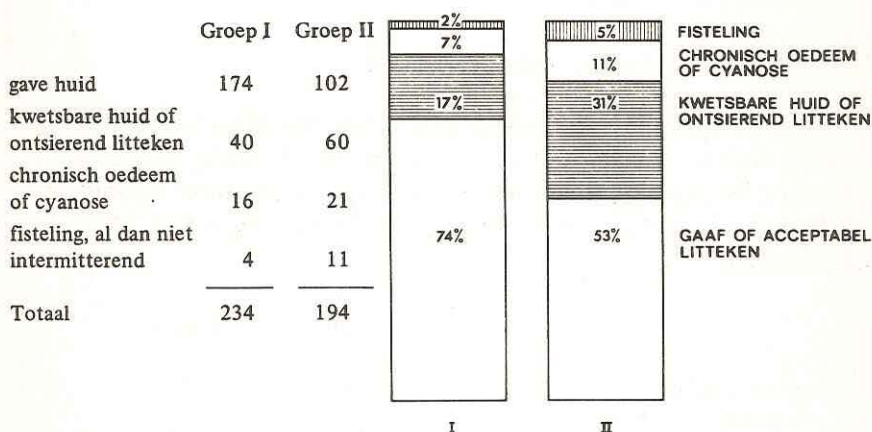


Fig.40. Aspect extremiteit.

Het is uit deze gegevens duidelijk dat de resultaten bij groep II wat ongunstiger zijn. Een deel van deze ongunstige resultaten moet zeker worden toegeschreven aan de therapeutische benadering: naarmate de osteosynthesen toenemen, stijgt ook de kans op een ontsierend litteken. Wat betreft de 11 gevonden fistelingen in groep II kan nog worden opgemerkt dat dit aantal wellicht wat te ongunstig is voorgesteld, omdat onder fistelingen ook werden gerekend de bij het na-onderzoek à vue liggende AO-platen. Wanneer na consolidatie van de fractuur een dergelijke plaat wordt verwijderd sluit het defect zich meestal vlot. De patiënt zou dan moeten worden ondergebracht in de categorie "kwetsbare huid of ontsierend litteken".

Bij het naonderzoek werden geen à vue liggende schuifplaten gevonden.



## 2. Lengte van het onderbeen.

Van alle patiënten werd de lengte van het onderbeen vergeleken met die van de niet getroffen zijde, en een eventuele verkorting genoteerd. Bij 30 patiënten van groep I (13 %) werd enigerlei verkorting waargenomen en bij 21 patiënten van groep II (11 %).

Hierbij moet worden opgemerkt, dat in deze aantallen ook de verkortingen van minder dan één cm aanwezig zijn. Deze zijn meestal zonder klinische betekenis. In groep I en II werden slechts bij vier, resp. vijf patiënten verkortingen gevonden van méér dan één cm (in groep I werd bovendien één geval van verlenging geconstateerd als gevolg van consolidatie in distractie). De groepen onderscheiden zich in dit opzicht dus niet van elkaar.

## 3. De bevindingen bij röntgenonderzoek.

Van alle patiënten werden vergelijkende röntgenfoto's vervaardigd van de onderbenen in voor-achterwaartse en zo nodig ook in dwarse richting. De röntgenologische afwijkingen aan de tibia werden ingedeeld in een aantal categorieën, die hieronder volgen met de waargenomen frequenties:

	Groep I	Groep II
geen afwijking	147	133
evenwijdige verschuiving van botstukken of een minimale angulatie	70	42
meer dan $10^{\circ}$ ante- of recurvatie	4	2
meer dan $10^{\circ}$ valgus	5	6
meer dan $6^{\circ}$ varus	8	11
	<hr/>	<hr/>
Totaal	234	194

De hierboven vermelde indeling naar afwijkingen in asstand is vrij willekeurig omdat het eventueel nadelige effect van hoekstanden op de aangrenzende gewrichten nog slechts ten dele bekend is. Onze indeling berust op de waarneming van Böhler c.s. (1957), die bij een naonderzoek — dat op een zéér laat tijdstip na het ongeval werd uitgevoerd — van het bovenste spronggewricht arthrotische veranderingen vond in een percentage, dat onder meer een rechte evenredigheid vertoonde met de bij het naonderzoek geconstateerde afwijking in asstand.

Wij hebben aangenomen dat een *varusstand* van alle angulaties als het

ongunstigst moet worden beschouwd en al snel tot arthrose moet voeren als gevolg van foutieve belasting. Dit op grond van het feit dat het onderste spronggewricht slechts  $\pm 6^{\circ}$  pronatie-mogelijkheid bezit. Een varusstand tot  $6^{\circ}$  kan — in deze zienswijze — nog door het onderste spronggewricht worden gecompenseerd; bij een grotere angulatie daarentegen zal dit compensatiemechanisme tekort schieten, zodat rechtstreeks het bovenste spronggewricht wordt belast.

Wanneer wij de eerste twee categorieën uit bovenstaande tabel samennemen (omdat mag worden aangenomen dat zeer geringe afwijkingen in de belastingsas geen betekenis hebben voor de spronggewrichten) dan blijkt dat beide patiëntengroepen in een ongeveer gelijk percentage een goede stand hebben (zie fig.41).

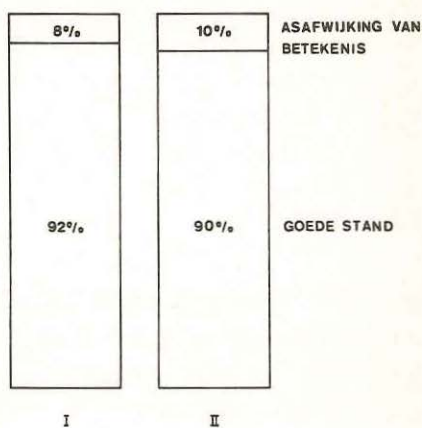


Fig.41. "Röntgenanatomie".

#### 4. *Stand van de voet.*

Bij het naonderzoek werd uiteraard gelet op de stand van de voeten opzichte van het onderbeen. Endo- en exorotatiestanden van minder dan  $15^{\circ}$  zijn onopvallend en soms aan de patiënt zelf onbekend. In groep I vonden wij viermaal een exorotatie en vijfmaal een endorotatie van meer dan  $15^{\circ}$  tegen twee resp. drie in groep II. Aan deze geringe frequenties zijn geen reële verschillen te ontleenen.

#### 5. *Anatomisch resultaat.*

Beschouwing van de hierboven beschreven waarnemingen, gedaan bij het naonderzoek, leidt tot het geven van een oordeel over het anatomisch resultaat. Hierin werd steeds ook de mening van de patiënt omtrent het anatomisch resultaat betrokken. Een dergelijk waardeoordeel is uiteraard zeer subjectief en wordt beschreven in termen als goed, redelijk of slecht.

Doordat echter alle patiënten door één onderzoeker werden gezien werd een zekere mate van uniformiteit in de beoordeling verkregen:



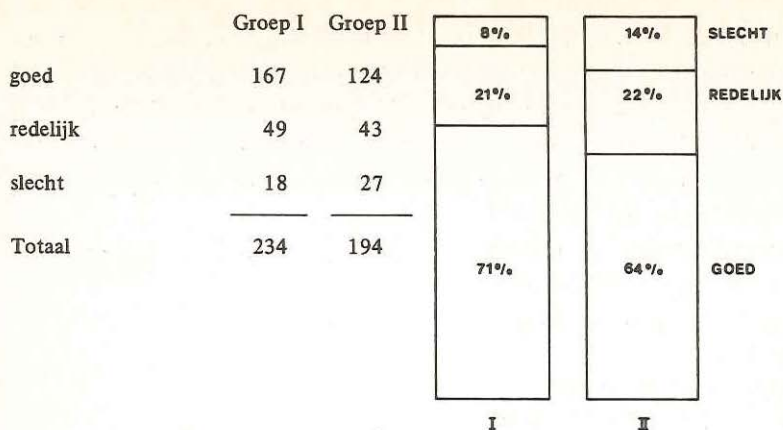


Fig.42. Anatomisch resultaat.

Opvallend bij vergelijking is dat het hogere percentage “slechte resultaten” in groep II ten koste gaat van het percentage “goede”. Het percentage “redelijke anatomische resultaten” is namelijk in beide groepen gelijk. De gevonden verschillen zijn overigens niet significant.

Van aanzienlijk groter belang achten wij de *functionele resultaten* van de fractuurbehandeling. De volgende gegevens werden bij het naonderzoek geregistreerd.

#### 6. De functie van de knie.

Flexie- of extensiebeperkingen in het kniegewricht, die tot zichtbare stoornissen bij het lopen aanleiding gaven, zagen wij in groep I en groep II slechts bij 5, respectievelijk 4 patiënten, zodat geen verschillen kunnen worden geconstateerd. Hiermee is in overeenstemming het feit, dat slechts bij één patiënt van groep I en bij vier patiënten van groep II bij naonderzoek een quadricepsatrofie van enige betekenis kon worden gevonden. Deze waarnemingen stemmen overeen met de literatuur (L. Böhler c.s. 1957, P. Edwards 1965, H. Ellis 1958): het gezonde kniegewricht wordt door de fractura cruris niet blijvend bedreigd, ook niet wanneer tijdens de behandeling langdurig een bovenbeensgips werd gegeven.

Geheel anders is dit voor de spronggewrichten! In feite was de overweging, dat de behandeling van de fractura cruris nogal eens resulteerde in een stijve enkel, één van de voornaamste redenen, op grond waarvan op ruime schaal tot een klinische proefneming met de oefenstabiele osteosynthese werd overgegaan.



## 7. De toestand van de enkel.

Bij het naonderzoek werd van vier aspecten van de toestand van de enkel een registratie uitgevoerd en wel van

- de functie van het bovenste spronggewicht
- de functie van het onderste spronggewicht
- eventuele klachten van de enkel
- een eventuele arthrosis van het bovenste spronggewicht.

### ad a De functie van het bovenste spronggewicht.

Bij alle patiënten werd meting verricht van de dorsaalex tensie en de plantairflexie van de voet ten opzichte van de tibia. Deze beweging wordt in hoofdzaak uitgevoerd door het bovenste spronggewricht. Met behulp van een hoekmeter met gradenverdeling, die langs het laterale gedeelte van de voetzool enerzijds en de Achillespees anderzijds werd gelegd, is deze meting uitgevoerd. De maximale uitslagen werden genoteerd en vergeleken met die van de niet getroffen zijde. Het resultaat was:

	Groep I	Groep II
ongestoorde functie	172	132
minder dan 1/3 beperkt	39	26
meer dan 1/3 beperkt	13	20
volledig stijf	4	7
Totaal	228	185

Een procentuele verdeling van deze getallen is weergegeven in het bovenste gedeelte van fig.43. Er kan in groep II geen betere functie van het bovenste spronggewricht worden geconstateerd.

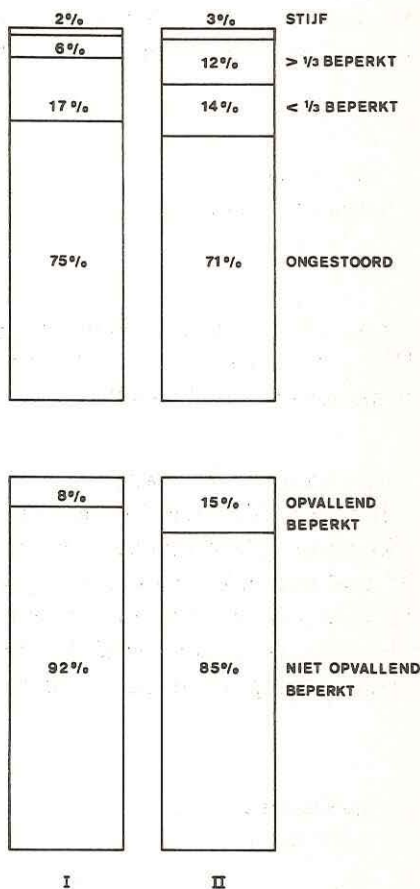


Fig.43. Functie bovenste spronggewricht.

Wanneer wij de categorieën “ongestoord” en “minder dan 1/3 beperkt” tezamen nemen en deze categorie noemen “niet opvallend beperkt” en de overblijvende categorieën samen noemen “opvallend beperkt”, dan wordt het duidelijk dat van groep II de enkelfunctie wat slechter is dan van groep I (zie het onderste gedeelte van fig.43). Het gevonden verschil is niet significant.

b. Ook de *functie van het onderste spronggewricht* werd nagegaan door de patiënt een circumductie met de voet te laten uitvoeren en eveneens door het gewricht door middel van passieve bewegingen te vergelijken met de niet getroffen zijde. Vanwege de onnauwkeurigheid van de waarneming hebben wij ons beperkt tot een indeling in twee categorieën, die hieronder volgen:

	Groep I	Groep II
ongestoord	177	147
stijver dan contralateraal	48	39
Totaal	225	186

Hier wordt een gelijke verdeling gevonden; in beide groepen is van 21% van de patiënten de functie van het onderste spronggewricht verminderd in vergelijking met die van de niet getroffen zijde.

c. *Klachten van de enkel.*

Iedere patiënt werd ondervraagd over eventueel voorkomende enkelklachten. Deze klachten werden nogal eens op dezelfde wijze geuit: veel patiënten hadden het gevoel, alsof er een band strak om het enkelgewricht gespannen zat, een gevoel dat verdween na enige tijd lopen. Slechts weinig patiënten klaagden over pijn bij het lopen: dit aantal bedroeg zes in iedere groep.

	Groep I	Groep II
geen klachten	176	154
wel klachten	50	33
Totaal	226	187

Hieruit blijkt, dat 22% van de patiënten van groep I en 18 % van de patiënten van groep II wel eens enkelklachten had, zij het meestal

slechts in geringe mate. (Het percentage van groep II moet met een zekere reserve worden bekeken, aangezien wij er niet steeds zeker van waren dat de klachten niet veroorzaakt werden door een nogal distaal geplaatst implantaat. Dit was gezien de voorkeurslocalisatie van de fractura cruris, nogal vaak het geval. Aangezien een deel van het naonderzoek van groep II plaats vond vlak vóór verwijdering van het implantaat, kan de mogelijkheid niet worden uitgesloten dat vele zogenaamde enkelklachten bij een later onderzoek verdwenen zouden zijn geweest. Neemt men dit aan, dan zouden de resultaten van groep II wat gunstiger kunnen worden.

Bovenstaande overweging is ook van toepassing op 7a en 7b. Wij geloven niet, dat de betekenis ervan groot is).

d. *Arthrosis van het bovenste spronggewricht.*

Bij vergelijkend röntgenonderzoek van beide onderbenen werd erop gelet of er arthrotische veranderingen van het bovenste spronggewricht aanwezig waren. Het zal duidelijk zijn dat groep I en groep II in dit opzicht niet goed vergelijkbaar zijn, daar arthrosis deformans door de tijd wordt beïnvloed en de patiënten uit groep I langer na het ongeval werden gevolgd. Wij vonden de volgende verdeling:

	Groep I	Groep II
enkelgewricht röntgenologisch gelijk aan contralaterale zijde	206	176
arthrotische veranderingen	21	14
Totaal	227	190

Groep I en II gaven dus 9%, resp. 7% arthrotische veranderingen te zien.

8. *Vorm en functie van de voet.*

Bij het naonderzoek werd tevens gelet op vorm en functie van de voet. De gevonden afwijkingen waren in het algemeen niet ernstig en veroorzaakten weinig klachten.

Een verminderde functie of een afwijkende vorm van de voet van de getroffen extremititeit kwam in beide groepen ongeveer even veel voor:



	Groep I	Groep II
voet normaal	198	153
voet abnormaal		
van vorm of functie	28	34
Totaal	226	187

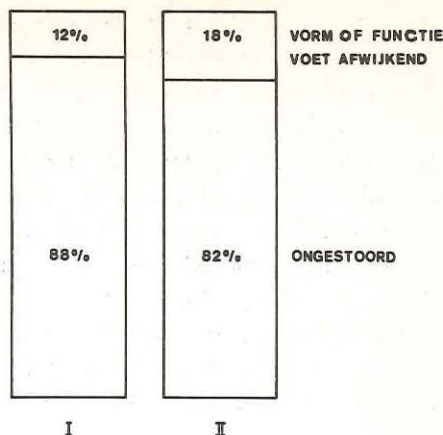


Fig.44. Vorm en functie voet.

Als *hinderlijke* voetafwijkingen vonden wij bij zes patiënten van groep I en bij vijf patiënten van groep II *hamertenen*; bij zeven patiënten van groep I en twee patiënten in groep II een *stijve*, *pijnlijke platvoet*. Deze kleine frequentieverschillen laten geen conclusies toe; de betekenis van het tijdstip van het naonderzoek is onduidelijk.

### 9. Gang van de patiënt.

Uiteraard werd van iedere patiënt het lopen gadeslagen. Bovendien werd gevraagd of het afleggen van langere afstanden klachten veroorzaakte.

Wellicht zijn hier gegevens verkregen, die betrekking hebben op twee niet geheel vergelijkbare groepen. Er werd namelijk een aantal patiënten met een gestoorde fractuurgenezing uit groep II in het naonderzoek opgenomen, van wie de behandeling nog niet afgesloten was en de gang nog niet normaal. Daartegenover staat dat er in groep I (die door het latere tijdstip van naonderzoek wat ouder is) enkele patiënten werden gezien die slecht ter been waren, maar waarvan niet duidelijk kon worden uitgemaakt of de doorgemaakte fractura cruris hiermee wellicht verband hield. Bij de beoordeling van het lopen werd de volgende verdeling gevonden:

Gang	Groep I	Groep II
ongestoord	153	119
eerder moe in het destijds getroffen been	46	34
hinkt, loopt met een stok of is anderszins gehandicapt	8	18
Totaal	207	171 (zie fig.45)

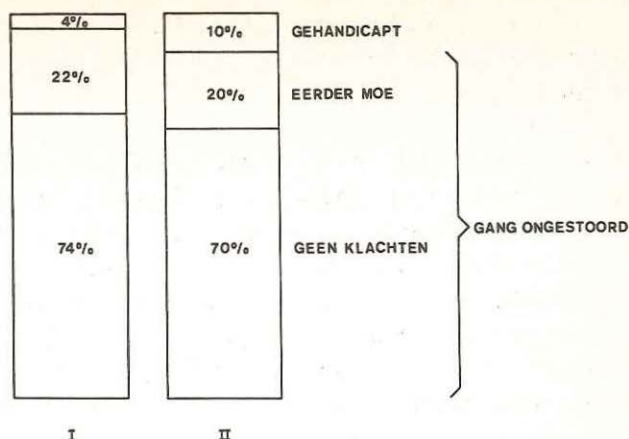


Fig.45. Gang.

Het is dus alleszins mogelijk dat bij een op een later tijdstip uitgevoerd naonderzoek een aantal patiënten van groep II in een “gunstiger” categorie zouden zijn gaan vallen. Neemt men dit aan dan bestaat er tussen beide groepen weinig verschil.

#### 10. Werkzaamheden van de patiënt.

Bij iedere patiënt werd geïnformeerd naar zijn werkzaamheden vóór en na het ongeval. Om dezelfde reden als hierboven (bij “gang van de patiënt”) werd genoemd, betwijfelen wij of de patiëntengroepen in dit opzicht wel volledig vergelijkbaar zijn.

Wanneer wij patiënten die lichter werk kregen sinds het ongeval, in één groep onderbrengen met patiënten die volledig arbeidsongeschikt waren (hetgeen in ons materiaal maar zelden het geval was: drie patiënten in groep I en vijf in groep II), dan wordt de volgende verdeling gevonden:

	Groep I	Groep II
werkt normaal	184	140
lichter werk, werkt nog niet, werkt niet meer	17	24
Totaal	201	164

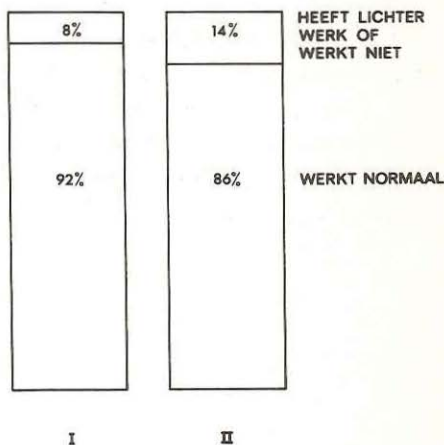


Fig.46. Werkzaamheden.

Ook hier mag worden aangenomen dat een op een later tijdstip vallend naonderzoek weinig verschillen zou hebben opgeleverd tussen beide groepen.

Volledigheidshalve werd bij het naonderzoek iedere patiënt onder-  
vraagd omtrent sportbeoefening. Afgezien van het feit dat slechts  
door een gering deel van de patiënten werkelijk sport werd bedreven,  
zijn waarschijnlijk de beide groepen in dit geval in het geheel niet  
vergelijkbaar. De tweede groep lijkt hier opvallend in het nadeel te  
zijn en wel alwéér door het tijdstip van het naonderzoek, dat bij vele  
patiënten met een AO-plaat werd uitgevoerd vlak voordat verwijde-  
ring van de plaat geschiedde. De voornaamste sport, die wordt bedre-  
ven, is voetbal en deze sport is in vele gevallen met een AO-plaat niet  
goed mogelijk (zie hoofdstuk V). Bovendien moet sportbeoefening  
na verwijdering van een implantaat nog gedurende een periode van  
enkele maanden worden ontraden, omdat het gevaar voor het ont-  
staan van een refractuur aanwezig is. Wij kunnen dan ook geen be-  
trouwbare gegevens over de hervatting van sportbeoefening vermelden.

#### 11. Functioneel resultaat.

Op grond van de bovenstaande gegevens werd per patiënt een waarde-oordeel over het functionele resultaat vastgesteld, waarin — evenals bij het anatomisch resultaat — de mening van de patiënt was vertegenwoordigd. Uiteraard kan ook hier slechts een indeling in goed, redelijk of slecht worden gevolgd. De volgende verdeling werd vastgesteld:

	Groep I	Groep II
goed	165	138
redelijk	34	21
slecht	14	20
Totaal	213	179

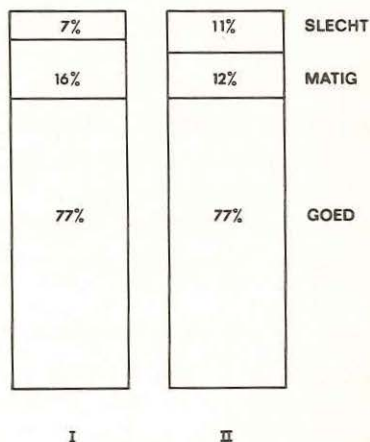


Fig.47. Functioneel resultaat.



Het blijkt dat er geen opvallend verschil in functioneel resultaat tussen beide groepen wordt gevonden.

## 12. Het eindresultaat.

Uit het anatomische en het functionele resultaat tezamen kunnen wij ons nu een oordeel vormen over het uiteindelijke behandelingsresultaat, dat wij kortweg "eindresultaat" willen noemen. Bij deze beoordeling dient aan het functionele resultaat het grootste gewicht te worden toegekend. Het anatomisch resultaat speelt slechts een rol, wanneer het "slecht" is. In dat geval hebben wij het eindresultaat één waardering lager gegeven dan het functionele resultaat aangaf. In onderstaand staatje wordt dit weergegeven.

<i>Anat. resultaat</i>	<i>Funct. resultaat</i>	<i>Eindresultaat</i>
goed	goed	goed
redelijk	goed	goed
slecht	goed	redelijk
goed	redelijk	redelijk
redelijk	redelijk	redelijk
slecht	redelijk	slecht
goed	slecht	slecht
redelijk	slecht	slecht
slecht	slecht	slecht

De volgende verdeling in eindresultaat wordt gevonden:

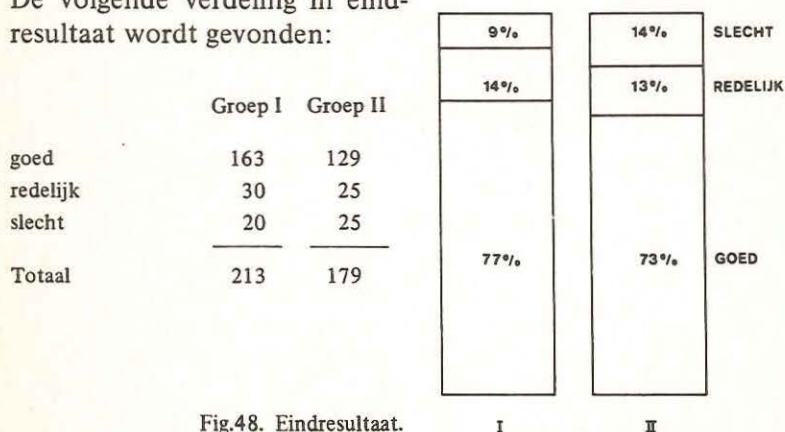


Fig.48. Eindresultaat.

## **Samenvatting.**

Bij naonderzoek van onze twee patiëntengroepen met een fractura cruris werden enkele lichte, niet significante verschillen geconstateerd van een aantal anatomische en functionele kenmerken. Wat betreft de behaalde eindresultaten onderscheidden de twee groepen zich niet van elkaar.

## HOOFDSTUK VII

### STATISTISCH ONDERZOEK NAAR DE INVLOEDEN, DIE DE PROGNOSE VAN DE FRACTURA CRURIS HEBBEN BEPAALD

There are three kinds of lies:  
lies, damned lies and statistics

(door Mark Twain aan Disraeli toegeschreven uitspraak).

Tot nu toe werd steeds een vergelijking *in globale zin* getrokken tussen twee chronologisch gescheiden groepen patiënten met een fractura cruris. Hierbij is het duidelijk geworden dat deze twee groepen patiënten — die opvallende verschillen vertonen in behandeling — niet significant verschillen in kenmerken, die *wellicht* van belang zijn voor de prognose, terwijl evenmin significante verschillen in bereikt eindresultaat aanwezig zijn. Dit betekent dat het op grond van globale vergelijking niet mogelijk is een uitspraak te doen over de waarde van de wijzigingen in de behandeling, hoewel dit juist het doel van dit onderzoek was.

Het feit evenwel dat geen verbetering van de resultaten kon worden gevonden voor een groep, die alle onderbeensfracturen uit een bepaalde periode bevat, behoeft niet noodzakelijkerwijs te betekenen dat de wijze waarop deze groep werd behandeld, geen voordelen biedt. Het zou immers mogelijk kunnen zijn dat binnen deze groep een subgroep kan worden gevonden, waarvoor een bepaalde behandeling wél tot een opvallend gunstig resultaat heeft geleid. Het wordt hiermede onze taak te onderzoeken welke subgroep(en) het hier eventueel betreft en in combinatie met welke behandeling(en) het resultaat bijzonder gunstig was (het voornemen hiertoe werd reeds tot uitdrukking gebracht in hoofdstuk I, ad B).



A. In dit deel van het onderzoek werden zes behandelingsmethoden onderscheiden:

1. primaire gipsbehandeling
2. gipsbehandeling na draadextensie
3. primaire osteosynthese door middel van een schuifplaat
4. primaire osteosynthese door middel van een AO-plaat
5. secundaire osteosynthese met behulp van schuifplaat
6. secundaire osteosynthese met behulp van AO-plaat.

Evenals in hoofdstuk IV wordt onder een primaire osteosynthese verstaan een osteosynthese op de dag van het ongeval.

B. Uiteraard zal de eventuele, nog te vinden subgroep zich door de aanwezigheid van een bepaald prognosebepalend kenmerk (of een combinatie van meerdere van deze kenmerken) moeten onderscheiden van de overige fracturen. Wij dienen hiertoe de vraag te beantwoorden, die in vorige hoofdstukken steeds buiten beschouwing bleef: *welke zijn de prognosebepalende kenmerken?*

Als *kenmerken van algemene aard*, die in aanmerking komen om de prognose (mede) te bepalen, hebben wij onderzocht: de leeftijd en het geslacht van de patiënt, de zijde van de fractuur en de aanwezigheid van nevenaandoeningen. Voorts de *plaatselijke kenmerken* als: hoogte van de fractuur, fractuurtype, initiële dislocatie, de toestand van de fibula, een eventuele intra-articulaire uitbreiding, de aanwezigheid van een wond en het optreden van huidcomplicaties en infecties.

C. Als beoordelingscriterium werd het bereikte *eindresultaat* gekozen en wel in de vorm van de kwalificaties "goed" en "niet goed". De kwalificatie "niet goed" omvat de in het vorige hoofdstuk genoemde categorieën "redelijk" en "slecht" tezamen.

D. Het aantal fracturen, waarbij de zowel behandeling alsook alle bovengenoemde kenmerken én het eindresultaat volledig naar waarde konden worden geschat, bedroeg 392. Er werden nu tabellen samengesteld, waarin vóórkwamen de aantallen "goede", resp. "niet goede" resultaten voor iedere combinatie van behandelingsmethode en te onderzoeken eigenschap. Wij willen dit toelichten aan de hand van een voorbeeld, waarin het fractuurtype (overwegend longitudinaal, overwegend dwars of comminutief) in relatie met de toegepaste zes behandelingsmethoden wordt beschouwd met het bereikte eindresultaat als beoordelingscriterium (zie tabel 49).

	primair gips	gips na extensie	primair schuifplaat	primair AO plaat	secundair schuifplaat	secundair AO plaat	$\Sigma$	
longitudinaal	12 2	16 6	21 6	15 3	11 4	7 3	82 24	106
dwars	49 5	34 13	8 1	32 3	22 8	16 3	161 33	194
comminutief	7 4	23 17	2 2	10 10	3 3	4 7	49 43	92
$\Sigma$	68 11	73 36	31 9	57 16	36 15	27 13	292 100	392
	79	109	40	73	51	40		

Tabel 49.

De (verticale) kolommen van deze tabel worden gevormd door de behandelingswijzen, de (horizontale) rijen door het fractuurtype. In de vierkanten (verder "cellen" genoemd), die aldus in de tabel ontstaan, staat linksboven de diagonale stippellijn de frequentie "goed" en rechtsonder de frequentie "niet goed".

Wanneer nu noch de behandeling, noch het fractuurtype, noch een combinatie van beide het eindresultaat in een bepaalde zin zouden beïnvloeden, dan zouden wij in iedere cel steeds ongeveer dezelfde verhouding aantreffen van de frequenties "goed" en "niet goed" en wel steeds ongeveer de verhouding, zoals deze geldt voor het totale materiaal, te weten 292:100.

Wanneer evenwel de frequentieverhoudingen "goed" versus "niet goed" in de cellen sterk afwijken van die van het totale materiaal (292:100), m.a.w. wanneer er verschillen bestaan tussen de waargenomen en de verwachte frequenties, dan kan de betekenis van dit verschil statistisch worden onderzocht.

In dit geval werd gebruik gemaakt van de  $\chi^2$  methode om de nulhypothese te toetsen, die luidt dat noch de behandeling, noch het fractuurtype, noch een combinatie van beide het eindresultaat in een bepaalde zin beïnvloeden. Wanneer de  $\chi^2$  van de cellen van deze tabel een kleine, niet significante waarde oplevert, dan kan deze nulhypothese gehandhaafd blijven. Wanneer evenwel deze  $\chi^2$  een significante



waarde geeft ( $p \leq 0,05$ ), dan kunnen de bijdragen hiertoe van drieërlei herkomst zijn:

1. een bepaald fractuurtype geeft een uitzonderlijk hoog percentage "goede" resultaten (en daarmee uiteraard eveneens een uitzonderlijk laag percentage "niet goede").
2. een bepaalde behandeling geeft een uitzonderlijk percentage "goede" resultaten.
3. de combinatie van een bepaald fractuurtype met een bepaalde behandeling levert een sterk afwijkend percentage "goede" resultaten op.

Bovenstaande argumentatie ligt ten grondslag aan een generalisering van de  $\chi^2$  toets, die in dit onderzoek werd gebruikt (Rao 1952, Wilson 1956).

Voor de  $\chi^2$  van het totale materiaal ( $\chi^2_T$ ) geldt:

$$\chi^2_T = \sum_i \sum_j \left[ \frac{(af_{ij} - \frac{n_a}{n} \times n_{ij})^2}{\frac{n_a}{n} \times n_{ij}} + \frac{(bf_{ij} - \frac{n_b}{n} \times n_{ij})^2}{\frac{n_b}{n} \times n_{ij}} \right]$$

$n$  is het totale aantal gevallen in het materiaal (392).

$n_a$  is het aantal "goed" in het materiaal (292).

$n_b$  is het aantal "niet goed" in het materiaal (100).

$af_{ij}$  is het aantal "goed" in een bepaalde cel.

$bf_{ij}$  is het aantal "niet goed" in een bepaalde cel.

(De subscripten  $i$  en  $j$  hebben betrekking op respectievelijk de rijen en de kolommen, hetgeen wil zeggen dat  $n_{ij}$  = het totale aantal gevallen in de cel op de  $i^{\text{de}}$  rij en in de  $j^{\text{de}}$  kolom).

Het aantal vrijheidsgraden van deze  $\chi^2$  bedraagt  $rk - 1$ , waarin  $r$  = het aantal rijen en  $k$  = het aantal kolommen.

Voor de rijen (in ons voorbeeld de drie fractuurtypen) geldt dat

$$\chi^2_R = \sum_i \left[ \frac{(af_i - \frac{n_a}{n} \times n_i)^2}{\frac{n_a}{n} \times n_i} + \frac{(bf_i - \frac{n_b}{n} \times n_i)^2}{\frac{n_b}{n} \times n_i} \right]$$

$af_i$  is het aantal "goede" resultaten voor een bepaalde rij (d.w.z. voor een bepaald fractuurtype).

$bf_i$  is het aantal "niet goede" resultaten van een rij.

$n_i$  is het totale aantal per rij.

Het aantal vrijheidsgraden voor deze  $\chi^2_R$  bedraagt  $r - 1$ .



Op analoge wijze geldt voor  $\chi^2$  van de kolommen (d.w.z. voor de zes toegepaste behandelingen) dat

$$\chi^2_K = \sum_j \left[ \frac{af_j - \frac{n_a}{n} \times n_j)^2}{\frac{n_a}{n} \times n_j} + \frac{(bf_j - \frac{n_b}{n} \times n_j)^2}{\frac{n_b}{n} \times n_j} \right]$$

$af_j$  is het aantal "goede" resultaten van een bepaalde kolom.

$n_j$  is het totale aantal per kolom.

Het aantal vrijheidsgraden bedraagt hier  $k - 1$ .

Tenslotte geldt dat

$$\chi^2_T = \chi^2_K + \chi^2_R + \chi^2_I$$

(Rao 1952, Wilson 1956)

In formulevorm staat hier hetzelfde als het gestelde in alinea D 1, 2 en 3. In deze formule betekent de  $\chi^2_I$  de  $\chi^2$  van de *interactie*: in ons voorbeeld dus de speciale combinatie, waarin een bepaald fractuurtype samen met een bepaalde behandeling een uitzonderlijk percentage goede resultaten zou opleveren.

In laatstgenoemde vergelijking kunnen aan de hand van voorgaande formules de  $\chi^2_T$ , de  $\chi^2_R$  en de  $\chi^2_K$  worden berekend, zodat  $\chi^2_I$  de enige onbekende is en door subtractie kan worden gevonden. Het bijbehorend aantal vrijheidsgraden bedraagt  $(r - 1)(k - 1)$ ; dit aantal wordt hierna steeds aangeduid met de letter  $\varphi$ .

In het reeds meer genoemde voorbeeld, waartoe wij nog eens de tabel beschouwen, waarbij het fractuurtype in relatie tot de behandeling wordt onderzocht met de frequenties "goed" en "niet goed" als beoordelingscriterium (zie tabel 49) kunnen door toepassing van de formules de diverse  $\chi$  kwadraten worden berekend. Ze staan hiernaast in tabel 50.

	waarde	aantal vrijheidsgraden	$P \leq 0.05$
$\chi^2_T$	41.47	$\varphi = 17$	ja
$\chi^2_R$	29.65	$\varphi = 2$	ja
$\chi^2_K$	10.95	$\varphi = 5$	neen
$\chi^2_j$	0.87	$\varphi = 10$	neen

Tabel 50.

Hieruit blijkt dat tot de significante waarde van de  $\chi^2_T$  vooral wordt bijgedragen door de  $\chi^2_R$ . De  $\chi^2_K$  en de  $\chi^2_I$  zijn niet significant en dragen weinig bij.

Dit betekent dat onze nulhypothese, die luidde dat noch de behandeling, noch het fractuurtype, noch een bepaalde combinatie van beide het eindresultaat zouden beïnvloeden, ten dele moet worden verworpen op grond van de gevonden waarden: *het fractuurtype beïnvloedt wel het eindresultaat en is dus een kenmerk, dat invloed heeft op de prognose*, terwijl er niet een bepaalde behandeling kon worden gevonden, die de prognose méér beïnvloedde dan een andere behandeling. Evenmin was er interactie aanwezig, hetgeen inhoudt dat er *niet een uitzonderlijk gunstige of ongunstige combinatie van een bepaald fractuurtype met een bepaalde behandeling werd waargenomen*.

Op dezelfde wijze als hierboven voor het kenmerk "fractuurtype" plaats vond, kunnen wij achtereenvolgens alle te onderzoeken kenmerken, die mogelijk prognosebepalend zijn, in afzonderlijke tabellen onderbrengen. Hierbij vormt steeds het kenmerk in kwestie de rijen en vormen de zes toegepaste behandelingen de kolommen.

(Hierbij moet worden vermeld, dat de kolomtotalen steeds dezelfde zijn voor alle tabellen, immers de frequenties, waarmee de behandelingen werden uitgevoerd, zijn voor dit totale materiaal van 392 fracturen steeds dezelfde, evenals uiteraard de binnen de frequenties van de kolomtotalen liggende waarden voor "goed", respect. "niet goed". De aan deze kolommen ontleende  $\chi^2_K$ , die dus overal dezelfde is, heeft zoals in tabel 50 reeds bleek, een waarde van 10.95, waarbij  $\varphi = 5$  en  $P > 0.05$ ).

Steeds geldt voor elk van de tabellen de formule

$\chi^2_T = \chi^2_R + \chi^2_K + \chi^2_I$ . Bij berekening worden steeds hoge waarden gevonden voor  $\chi^2_T$  en  $\chi^2_R$ , terwijl  $\chi^2_K$  constant is (= 10.95). Voor ieder te onderzoeken kenmerk heeft de  $\chi^2_I$  een zeer lage, niet significante waarde. Er is dus nergens interactie aanwezig. Anders gezegd: ons materiaal bezit geen afzonderlijke kenmerken, die in combinatie met één bepaalde behandelingswijze tot een uitzonderlijk percentage gunstige of ongunstige resultaten voerde.

(Ten aanzien van de kenmerken "aanwezigheid van wond", "aanwezigheid van nevenaandoeningen" en "toestand van de fibula" werd zelfs een negatieve waarde voor  $\chi^2_I$  gevonden, een statistische anomalie, waarvoor voor zover ons bekend een mathematische fundering nog ontbreekt).

Steeds wordt, wanneer een hoge  $\chi^2_T$  aanwezig is, deze in hoofdzaak gevormd door een hoge en significante  $\chi^2_R$ , die het te onderzoeken kenmerk vertegenwoordigt.

Het is nu mogelijk uit de diverse gevonden waarden voor  $\chi^2_R$  een



rangschikking op te maken van de onderzochte kenmerken naar hun invloed op de prognose. Deze ranglijst van prognosebepalende kenmerken ziet er als volgt uit:

kenmerk	$\chi^2_R$	$\phi$	P
1. huidcomplicaties en infecties	56.65	2	$< 0.005$
2. fractuurtype	29.65	2	$< 0.005$
3. initiële dislocatie	20.02	1	$< 0.005$
4. aanwezigheid wond	19.31	1	$< 0.005$
5. hoogte fractuur	11.44	2	$< 0.005$
6. fibula	10.95	1	$< 0.005$
7. nevenaandoeningen	8.02	1	$< 0.005$
8. leeftijd	10.62	3	$0.025 > P > 0.01$

(Chi-kwadraten, gebaseerd op tabellen met verschillende aantallen vrijheidsgraden, zijn als regel niet vergelijkbaar. Hiertoe kunnen ze worden omgezet in bijv. Cramér's statistic (Hays, 1963), welke dat aantal vrijheidsgraden verdisconteert. Toepassing hiervan levert echter in ons geval voor de 8 chi-kwadraten een rangorde-bewarende transformatie op, zodat evengoed de chi-kwadraten zelf kunnen worden beschouwd.).

Tabel 51. De rangorde van prognosebepalende kenmerken.

*De praktische betekenis van deze rangorde van prognosebepalende kenmerken is, dat het eindresultaat slechter is naarmate de infectieuze complicaties ernstiger zijn. Voor het fractuurtype geldt dat in ons materiaal de dwarse fractuur de beste prognose heeft, gevolgd door de longitudinale en daarna de comminutieve. De prognose wordt ongunstig beïnvloed door een grotere initiële fractuurdislocatie en door de aanwezigheid van een wond. Bovendien wordt de prognose ongunstiger, naarmate de fractuur meer distaal gelegen is, wanneer de fibula gebroken is en wanneer er nevenaandoeningen zijn. Tenslotte worden de resultaten slechter met het toenemen van de leeftijd, maar de hier gevonden verschillen zijn niet zo sterk significant als die van voorgaande kenmerken.*

Het is opvallend, dat de twee prognosebepalende kenmerken, die zich onderaan de ranglijst bevinden, beide kenmerken van algemene



aard zijn. *Hiermee wordt ook in ons materiaal de bevestiging gevonden van de algemene ervaring, dat de prognose van de fractura cruris vooral door locale factoren wordt beheerst.*

Geheel volgens verwachting kon geen prognosebepalende invloed worden gevonden van de kenmerken "geslacht" en "zijde" van de fractuur.

Ook van het kenmerk "intra-articulaire uitbreiding" kon dit niet worden vastgesteld, een bevinding die wellicht wordt verklaard door de betrekkelijke zeldzaamheid van dit kenmerk in dit deel van het materiaal.

Wij hebben nu vastgesteld dat voornamelijk een aantal locale kenmerken de prognose van de fractura cruris bepalen. Er kon geen speciale combinatie van een bepaald kenmerk met een bepaalde behandeling worden opgespoord, die van waarneembare invloed op de prognose was. Tenslotte werd vastgesteld dat in ons materiaal de behandelwijzen opzichzelf evenmin waarneembare verschillen in prognose gaven. Deze conclusie is niet meer verrassend, aangezien al eerder werd gevonden dat de twee chronologisch gescheiden groepen patiënten in globale zin geen verschillen in eindresultaat vertoonden ondanks opvallende verschillen in behandeling. Niettemin is hier nog een kleine toelichting op zijn plaats.

Bij het feit dat er geen significante invloed van de behandelwijze op de prognose kon worden gevonden, dienen wij er rekening mede te houden dat de patiënten wat betreft hun diverse kenmerken niet aselekt aan een bepaalde behandelwijze werden toegewezen.

Wanneer wij opnieuw tabel 50 beschouwen, waarin de fractuurtypen de rijen vormen en de behandelingen de kolommen, dan zijn er duidelijke verschillen te constateren in de frequenties, waarin de behandelingen over de fractuurtypen werden verdeeld. Deze verschillen zijn significant. Zo is het opvallend dat het longitudinale breuktype, dat een significant betere prognose heeft dan het comminutieve, relatief vaak aan een primaire schuifplaatfixatie werd onderworpen, terwijl deze behandelwijze voor de verbrijzeling vrijwel volledig ontbreekt.

Dit betekent allereerst dat een oordeel over de primaire schuifplaatfixatie bij comminutieve fracturen bemoeilijkt wordt. Verder heeft de omstandigheid dat de primaire schuifplaatfixatie extra vaak werd uitgevoerd bij een relatief gunstig breuktype, blijkbaar toch niet geleid tot een significant gunstiger prognose van de aldus behandelde patiënten (immers  $\chi^2_K$  heeft geen significante waarde). Dit laatste versterkt de indruk, dat de primaire schuifplaatfixatie *als zodanig* zeker geen betere resultaten geeft dan de andere behandelingen.

Bovenstaande overweging is mutatis mutandis ook van toepassing op de frequentieverdelingen van de overige prognosebepalende kenmerken over de zes behandelingsmethoden. De draagwijdte van de constatering dat er geen invloed van de behandeling op de prognose kon worden gevonden in ons materiaal, wordt hierdoor beperkt; deze restrictie is niet toevallig, maar essentieel. Op klinische gronden immers is een aselechte toewijzing van patiënten aan behandelingen niet steeds mogelijk en soms ook ethisch onverantwoord. Het betreft hier dan ook een retrospectief onderzoek en niet het verslag van een experiment, als zodanig opgezet om zes behandelingen te toetsen.



## HOOFDSTUK VIII

### BESPREKING VAN DE RESULTATEN VAN DE TOEGEPASTE BEHANDELINGEN BIJ FRACTUREN VAN VERSCHILLENDE AARD

We have first raised a dust and then complain we cannot see.

Berkeley

In het vorige hoofdstuk werden bij een statistisch onderzoek een serie kenmerken opgespoord, die ieder afzonderlijk voor de prognose van de fractura cruris van belang zijn. Het is echter in de kliniek niet gebruikelijk fracturen te beoordelen op slechts één kenmerk. Om deze reden willen wij — hetgeen nu mogelijk is geworden — de fracturen indelen in subgroepen, met meer dan één prognosebepalend kenmerk als indelingscriterium. Aldus zijn er, naar ernst van de fractuur vergelijkbare groepen te definiëren, waarvan kan worden onderzocht welke eindresultaten, tijdstippen van consolidatie, complicaties etc. bij verschillende behandelingen werden waargenomen.

Het aantal indelingen dient echter op praktische gronden te worden beperkt; immers, het aantal prognosebepalende kenmerken is zo groot, dat het aantal mogelijke combinaties ervan oneindig veel groter is dan het aantal patiënten.

Wij willen ons dan ook beperken tot indelingen, waarin alleen de belangrijkste prognosebepalende kenmerken twee aan twee als indelingscriterium werden gehanteerd. De vier belangrijkste kenmerken waren

huidcomplicaties en infecties

fractuurtype

initiële dislocatie

aanwezigheid van een wond.

Het zal duidelijk zijn dat van deze kenmerken de belangrijkste, te weten de *huidcomplicaties en infecties* niet als indelingscriterium in aanmerking komt, omdat het hier een complicatie betreft, die niet bij het begin van de behandeling aanwezig is, maar die tijdens de behandeling ontstaat. Uiteraard zal wel de frequentie van deze complicatie worden vergeleken bij fractuurgroepen, die een verschillende behandeling ondergingen, maar voor het overige vergelijkbaar zijn.

Op bovenbeschreven wijze tewerk gaand zijn er nu drie hoofdindelingen mogelijk:

A. een indeling naar fractuurtype, in combinatie met de initiële dislocatie.

(longitudinaal, dwars, comminutief in combinatie met een dislocatie van méér, dan wel van minder dan een halve schachtbreedte).

B. een indeling naar initiële dislocatie in combinatie met de toestand van de



huid.

(minder, respectievelijk méér dan een halve schachtbreedte gedислоceerd in combinatie met huid open, dan wel gesloten).

- C. een indeling naar fractuurtype, in combinatie met de toestand van de huid. (longitudinaal, dwars of comminutief, elk van de drie onderverdeeld in "gesloten" of "open").

De groepen, die binnen iedere indeling worden gevormd, representeren uiteraard steeds tezamen de 392 fracturen van dit deel van het onderzoek.

Van iedere groep binnen een indeling werd onderzocht, hoe vaak elk van de zes onderscheiden behandelingen werd uitgevoerd. Per behandelingswijze werd geregistreerd hoe de frequentieverdeling was van eindresultaat, aanwezigheid van huidcomplicaties en infecties, consolidatieduur en enkelfunctie.

Bij uitvoering van het bovenstaande blijkt dat sommige groepen slechts weinig fracturen tellen en bovendien sommige behandelingen bij aanwezigheid van bepaalde kenmerken praktisch niet werden uitgevoerd. Uiteraard wordt in dergelijke gevallen praktisch geen inhoudelijke informatie verkregen uit het getallenmateriaal. Mede om deze reden zullen wij de resultaten van indeling A en indeling B die wel werden onderzocht, niet bespreken. Wij willen ons beperken tot een nadere beschouwing van de fractuurgroepen van indeling C. Deze indeling, waarbij *het fractuurtype* en de *toestand van de huid* de indelingscriteria vormen, maar waarbij de initiële dislocatie "opzettelijk wordt veronachtzaamd", heeft het voordeel, dat zij in de kliniek gangbaar is.

Wanneer onze 392 fracturen op de bovenbeschreven wijze worden ingedeeld, ontstaan er zes subgroepen, die ieder op zich een aanvaardbare homogeniteit bezitten. Vergelijking van de resultaten van de toegepaste behandelingen wordt nu mogelijk. De subgroepen volgen hieronder met hun grootte:

fractuurtype	toestand huid	aantal
1. longitudinale fracturen	intact	85
2. longitudinale fracturen	open	21
3. dwarse fracturen	intact	109
4. dwarse fracturen	open	85
5. comminutieve fracturen	intact	36
6. comminutieve fracturen	open	56
totaal		392

In tabel 52, 53 en 54 zijn de subgroepen weergegeven, verdeeld over de zes onderscheiden behandelingen. Hierbij registreerden wij het resultaat (verdeeld in "goed" en "niet goed"), de aanwezigheid van huidcomplicaties en infecties, de duur van de consolidatie (ingedeeld

als "korter dan 20 weken" en "langer dan 20 weken") en de functie van de enkel (ingedeeld als "minder dan éénderde beperkt" en "méér dan éénderde beperkt") (zie tabel 52, 53 en 54).

Bij vergelijking van resultaten en complicaties is het van belang niet uit het oog te verliezen, dat een retrospectief onderzoek ons vooral leert, welke behandelingen *plaatsvonden*, niet welke er *hadden moeten plaatsvinden* (zie ook Inleiding, laatste alinea).

Tot op zekere hoogte heeft er wel een selectie t.a.v. de behandeling plaatsgevonden; zo ontlenen b.v. de kolommen 5 en 6 (de secundaire plaatfixaties) hun patiëntenmateriaal in feite aan de kolommen 1 en 2 (de conservatieve behandeling). Bij de in de kolommen 5 en 6 vermelde gevallen is voortzetting van een conservatieve behandeling blijkbaar minder juist geacht dan het alsnog uitvoeren van een plaatfixatie. In hoeverre dit terecht is geweest kan uiteraard achteraf niet worden vastgesteld.

Dezelfde overweging geldt *mutatis mutandis* ook voor de vergelijking van de kolommen 1 en 2 (de conservatieve behandeling zonder, resp. mét gebruikmaking van extensie).

De getallen uit de kolommen 3 en 4 zijn nog het best onderling te vergelijken, aangezien ze betrekking hebben op patiënten met fracturen van dezelfde aard, die op de dag van het ongeval een operatieve fixatie ondergingen met verschillend osteosynthesemateriaal.

Bij beschouwing van de *longitudinale, gesloten* fracturen (zie tabel 52 ad A) worden weinig opvallende verschillen gevonden; de primaire schuifplaatfixatie is bij dit fractuurtype uitzonderlijk vaak toegepast. De huidcomplicaties en infecties worden uitsluitend geconstateerd bij die patiënten die een operatieve behandeling hebben ondergaan, met uitzondering van één geval, waarbij extensie werd toegepast. Het betrof hier een aanvankelijk gesloten fractuur, waarbij gedurende de behandeling huidnecrose ontstond.

De *longitudinale, open onderbeensfractuur* komt weinig voor (tabel 52 ad B). Dit type werd vaak aan de extensiebehandeling onderworpen, terwijl de primaire schuifplaatfixatie hier volledig ontbreekt. Over de behandelingsresultaten van dit fractuurtype valt in vergelijkende zin niets te zeggen.

Het grootste gedeelte van het totale materiaal wordt gevormd door de *dwarze, gesloten fractuur* (tabel 53 ad C). De behandeling met gips zonder voorafgaande extensie werd hier het meeste toegepast en heeft een goed resultaat opgeleverd.



Tabel 52. De longitudinale fracturen.

Aard fractuur		primair gips	gips na extensie	schuifplaat primair	AO plaat primair	schuifplaat secundair	AO plaat secundair	Totaal
A longitudinaal huid intact	Totaal	12	11	27	17	10	8	85
	Resultaat	goed	11	8	21	15	7	68
		niet goed	1	3	6	2	3	17
	Huidcomplicaties en infecties	aanwezig	0	1	3	2	0	8
		geen	12	10	24	15	10	77
	Consolidatieduur	< 20 weken	9	7	22	14	5	60
		> 20 weken	3	4	5	3	5	25
	Enkelfunctie	< 1/3 beperkt	12	10	27	16	9	81
		> 1/3 beperkt	0	1	0	1	1	4
B longitudinaal open	Totaal	2	11	0	1	5	2	21
	Resultaat	goed	1	8	0	0	4	14
		niet goed	1	3	0	1	1	7
	Huidcomplicaties en infecties	aanwezig	1	3	0	0	0	6
		geen	1	8	0	1	5	15
	Consolidatieduur	< 20 weken	1	3	0	0	1	6
		> 20 weken	1	8	0	1	4	15
	Enkelfunctie	< 1/3 beperkt	1	11	0	1	5	19
		> 1/3 beperkt	1	0	0	0	1	2
A + B alle longitudinale fracturen	Totaal	14	22	27	18	15	10	106
	Resultaat	goed	12	16	21	15	11	82
		niet goed	2	6	6	3	4	24
	Huidcomplicaties en infecties	aanwezig	1	4	3	2	0	14
		geen	13	18	24	16	15	92
	Consolidatieduur	< 20 weken	10	10	22	14	6	66
		> 20 weken	4	12	5	4	9	40
	Enkelfunctie	< 1/3 beperkt	13	21	27	17	14	100
		> 1/3 beperkt	1	1	0	1	2	6

Huidcomplicaties en infecties, alsook stijve enkels ontbreken en het percentage vertraagde consolidaties is het kleinst van alle behandelingen. Het merendeel van de huidcomplicaties en infecties van de dwarse gesloten fractuur komt voor rekening van de primaire AO-plaatfixatie. Voor het overige onderscheiden de verschillende plaatfixaties, hetzij primair of secundair uitgevoerd, zich weinig van elkaar.



Tabel 53. De dwarse fracturen.

Aard fractuur			primair gips	gips na extensie	schuifplaat primair	AO plaat primair	schuifplaat secundair	AO plaat secundair	Totaal
C dwars huid intact	Totaal		41	17	8	21	12	10	109
	Resultaat	goed	37	16	7	18	10	9	97
		niet goed	4	1	1	3	2	1	12
	Huidcomplicaties en infecties	aanwezig	0	1	1	5	0	1	8
		geen	41	16	7	16	12	9	101
	Consolidatieduur	< 20 weken	31	8	3	10	3	6	61
		> 20 weken	10	9	5	11	9	4	48
D dwars open	Enkelfunctie	< 1/3 beperkt	41	15	8	21	12	9	106
		> 1/3 beperkt	0	2	0	0	0	1	3
	Totaal		13	30	1	14	18	9	85
	Resultaat	goed	12	18	1	14	12	7	64
		niet goed	1	12	0	0	6	2	21
	Huidcomplicaties en infecties	aanwezig	4	14	0	1	5	3	27
		geen	9	16	1	13	13	6	58
C + D alle dwarse fracturen	Consolidatieduur	< 20 weken	10	12	1	6	4	1	34
		> 20 weken	3	18	0	8	14	8	51
	Enkelfunctie	< 1/3 beperkt	12	25	1	14	16	7	75
		> 1/3 beperkt	1	5	0	0	2	2	10
	Totaal		54	47	9	35	40	19	204
	Resultaat	goed	49	34	8	32	12	16	161
		niet goed	5	13	1	3	8	3	33
	Huidcomplicaties en infecties	aanwezig	4	15	1	6	5	4	35
		geen	50	32	8	29	25	15	159
	Consolidatieduur	< 20 weken	41	20	4	16	7	7	95
		> 20 weken	13	27	5	19	23	12	99
	Enkelfunctie	< 1/3 beperkt	53	40	9	35	28	16	181
		> 1/3 beperkt	1	7	0	0	2	3	13
	Totaal								

Bij de *dwarse, open fractuur* (zie tabel 53 ad D) werd de primaire AO-plaatfixatie 14 maal uitgevoerd (de primaire schuifplaatfixatie slechts éénmaal), waarbij steeds een goed resultaat werd behaald. Het is opvallend, dat dit soort fractuur in vergelijking met de dwarse, gesloten fractuur traag consolideert bij alle behandelingen. De conservatieve behandeling met voorafgaande extensie werd verreweg het meest toegepast en wel bij éénderde deel van alle gevallen. Dit lijkt niet geheel rationeel, omdat niet kan worden aangenomen dat een zó groot deel van deze meestal stabiele fracturen met verkorting werd bedreigd. Zeker niet, wanneer het aanwezige weke delen letsel in aanmerking wordt genomen.

Tabel 54. De comminutieve fracturen.

Aard fractuur		primair gips	gips na extensie	schuifplaat primair	AO plaat primair	schuifplaat secundair	AO plaat secundair	Totaal
E comminutief huid intact	Totaal	6	13	4	7	2	4	36
	Resultaat	goed	5	9	2	5	2	25
		niet goed	1	4	2	0	2	11
	Huidcomplicaties en infecties	aanwezig	0	4	2	1	0	8
		geen	6	9	2	6	3	28
	Consolidatieduur	< 20 weken	5	1	2	3	0	11
		> 20 weken	1	12	2	4	4	25
	Enkelfunctie	< 1/3 beperkt	6	12	4	6	2	33
		> 1/3 beperkt	0	1	0	1	0	3
F comminutief open	Totaal	5	27	0	13	4	7	56
	Resultaat	goed	2	14	0	5	1	24
		niet goed	3	13	0	8	3	32
	Huidcomplicaties en infecties	aanwezig	2	12	0	9	2	26
		geen	3	15	0	4	2	30
	Consolidatieduur	< 20 weken	2	7	0	1	0	13
		> 20 weken	3	20	0	12	4	34
	Enkelfunctie	< 1/3 beperkt	5	21	0	7	3	41
		> 1/3 beperkt	0	6	0	6	1	15
E + F alle comminutieve fracturen	Totaal	11	40	4	20	6	11	92
	Resultaat	goed	7	23	2	10	3	49
		niet goed	4	17	2	10	3	43
	Huidcomplicaties en infecties	aanwezig	2	16	2	10	2	34
		geen	9	24	2	10	4	58
	Consolidatieduur	< 20 weken	7	8	2	4	0	24
		> 20 weken	4	32	2	16	6	68
	Enkelfunctie	< 1/3 beperkt	11	33	4	13	5	74
		> 1/3 beperkt	0	7	0	7	1	18

*Comminutieve fracturen met intacte huid* (tabel 54 ad E) komen betrekkelijk weinig voor. Ze zijn relatief vaak conservatief behandeld met extensie als voorbehandeling. Er zijn weinig onderlinge verschillen tussen de diverse behandelingen, dit nog afgezien van de zeer kleine aantallen. Opmerkelijk is wederom dat bij vier van deze 36 gesloten fracturen huidcomplicaties optraden bij patiënten bij wie gebruik werd gemaakt van een conservatieve behandeling met extensie als voorbehandeling.

De *open verbrijzeling* is de ongunstigste fractuur (tabel 54 ad F). Het valt wederom op, dat de primaire schuifplaatfixatie geheel ontbreekt. De AO-plaatfixatie daarentegen is ruim vertegenwoordigd.



In de tabel is te zien, dat dit soort fractuur veel huidcomplicaties en infecties telt en een hoog percentage vertraagde consolidaties. De behandelingen onderscheiden zich in dit opzicht nauwelijks van elkaar.

Tevens wordt bij deze fractuur opmerkelijk vaak bij naonderzoek een stijve enkel geconstateerd. De primaire AO-plaatfixatie lijkt in dit opzicht de ongunstigste behandeling te zijn geweest, zeker wanneer men bedenkt, dat deze behandeling juist bedoeld was om bovengenoemde complicatie te vermijden.

Opmerkelijk is verder, dat deze fractuur in ongeveer de helft van de gevallen werd onderworpen aan extensie. Op dezelfde gronden als bij de dwarse open fractuur betwijfelen wij de juistheid hiervan, aangezien comminutieve (en open!) fracturen niet in een zo hoog percentage tot verkorting neigen.

*Nadat aldus werd vergeleken welke resultaten en complicaties bij dezelfde soort fractuur werden behaald nadat verschillende behandelingen werden uitgevoerd, kan op grond van de verkregen getallen niet worden geconcludeerd dat de AO-plaatfixatie — hetzij primair hetzij secundair toegepast — een aanwinst is geweest.*

Bij beschouwing van *alle fracturen met intacte huid* tezamen (zie tabel 55 ad G) blijkt, dat de osteosynthesen méér met huidcomplicaties en infecties gepaard gaan dan de conservatieve behandeling. (Bovendien zijn deze complicaties — hetgeen uiteraard niet uit het getallenmateriaal blijkt — door de aanwezigheid van een corpus alienum veelal ernstiger en langduriger. Zie ook hoofdstuk V ad 1).

Reeds genoemd werd het feit dat ook de extensiebehandeling bij zes patiënten met een gesloten fractuur tot huidcomplicaties aanleiding gaf.

*Van alle open fracturen tezamen* zijn de globale resultaten slechter (zie tabel 55 ad H). De primaire schuifplaatfixatie werd bij open fracturen niet toegepast, dit in tegenstelling tot de primaire fixatie met behulp van de AO-plaat. *De onmiddellijke osteosynthese van de open fractuur, zoals die in 1965, 1966 en 1967 bij voorkeur werd toegepast, heeft de resultaten niet verbeterd.* Immers, kolom 4 in tabel 55 ad H (de primaire AO-plaatfixatie) wijkt niet opvallend af van kolom 5 (schuifplaatfixatie na genezing van de wond) of zelfs kolom 2 (extensie, gevolgd door gips).

Opmerkelijk is de mate, waarin gebruik werd gemaakt van extensie (zie tabel 55 ad G + H). In dit materiaal van 392 fracturen werd in



Tabel 55. Alle gesloten en open fracturen.

Aard fractuur			primair gips	gips na extensie	schuifplaat primair	AO plaat primair	schuifplaat secundair	AO plaat secundair	Totaal
G alle fracturen met intacte huid	Totaal		59	41	39	45	24	22	230
	Resultaat	goed	53	33	30	38	19	17	190
		niet goed	6	8	9	7	5	5	40
	Huidcomplicaties en infecties	aanwezig	0	6	6	8	0	4	24
		geen	59	35	33	37	24	18	206
	Consolidatieduur	< 20 weken	45	16	27	27	8	9	132
		> 20 weken	14	25	12	18	16	13	98
H alle open fracturen	Enkelfunctie	< 1/3 beperkt	59	37	39	43	23	19	220
		> 1/3 beperkt	0	4	0	2	1	3	10
	Totaal		20	68	1	28	27	18	162
	Resultaat	goed	15	40	1	19	17	10	102
		niet goed	5	28	0	9	10	8	60
	Huidcomplicaties en infecties	aanwezig	7	29	0	10	7	6	59
		geen	13	39	1	18	20	12	103
G + H alle fracturen	Consolidatieduur	< 20 weken	13	22	1	7	5	5	53
		> 20 weken	7	46	0	21	22	13	109
	Enkelfunctie	< 1/3 beperkt	18	57	1	22	24	13	135
		> 1/3 beperkt	2	11	0	6	3	5	27
	Totaal		79	109	40	73	51	40	392
	Resultaat	goed	68	73	31	57	36	27	292
		niet goed	11	36	9	16	15	13	100
	Huidcomplicaties en infecties	aanwezig	7	35	6	18	7	10	83
		geen	72	74	34	55	44	30	309
	Consolidatieduur	< 20 weken	58	38	28	34	13	14	185
		> 20 weken	21	71	12	39	38	26	207
	Enkelfunctie	< 1/3 beperkt	77	94	40	65	47	32	355
		> 1/3 beperkt	2	15	0	8	4	8	37

feite nog aanzienlijk vaker dan bij de in de tweede kolom vermelde 109 gevallen gebruik gemaakt van extensie. Een aantal fracturen namelijk, dat aanvankelijk aan extensie werd onderworpen, onderging een secundaire osteosynthese en werd dientengevolge geïnclassificeerd in kolom 5 (schuifplaat secundair) en kolom 6 (AO-plaat secundair). Gezien het feit dat met name zoveel *dwarse en comminutieve fracturen* aan extensie werden onderworpen (vooral wanneer er een wond aanwezig was) betwijfelen wij, of de extensie wel uitsluitend werd

gebezigd ter voorkoming van verkorting. Het is waarschijnlijker dat in vele gevallen deze methode tevens werd beschouwd als hulpmiddel bij de wondbehandeling. Naar onze mening is de extensie hiervoor ten enenmale ongeschikt en wel door de onstabiliteit, waardoor hij is gekenmerkt.

Wanneer wij moeten vaststellen, dat zelfs bij geslōten fracturen in zes gevallen huidcomplicaties ontstonden, dan wordt aannemelijk, dat zéker bij open fracturen de genezing van de weke delen door tractie nadelig wordt beïnvloed (zie ook hfdst.III, ad B, blz.28).

Aan de resultaten van de secundaire plaatfixaties (schuifplaat of AO) zijn geen conclusies te verbinden: het betreft steeds kleine aantallen met geringe onderlinge verschillen. Bovendien zijn deze behandelingen toegepast op fracturen die een conservatieve voorbehandeling hadden ondergaan. De betreffende subgroepen bevatten derhalve zowel fracturen waarbij al na korte tijd bleek dat de conservatieve behandeling niet zou slagen, alsook fracturen die wegens vertraagde consolidatie of pseudarthrose aan osteosynthese werden onderworpen. Dit betekent dat hierbij nog invloedsfactoren als duur en aard van de voorafgaande conservatieve behandeling, nevenaandoeningen, pre-operatief verblijf in het ziekenhuis, atrofie van de betreffende extremiteit etc. van betekenis kunnen zijn. De eventuele rol die dergelijke factoren hebben gespeeld, werd niet onderzocht. Hoewel dus deze groepen weinig homogeen zijn, zij volledigheidshalve opgemerkt dat ook hier het gebruik van de AO-plaat niet beter is gebleken dan dat van de schuifplaat.

Wanneer wij nog eens de getallen beschouwen, waarin het totale aantal fracturen voor de zes diverse behandelingen wordt weergegeven (zie tabel 55 ad G + H) dan worden géén significante verschillen gevonden in de verdeling "goed" tegen "niet goed". Dit was al eerder gevonden (blz. 82). Deze verschillen zijn wél significant wat betreft de verdeling van huidcomplicaties en infecties, vertraagde consolidaties en beperkte enkelfuncties. Zoals uit het bovenstaande is gebleken levert deze waarneming geen conclusies op: weliswaar hebben de extensiebehandeling en de primaire AO-plaatfixatie de meeste complicaties, maar deze twee behandelingsmethoden kregen dan ook relatief het vaakst een ongunstig soort fractuur toebedeeld.

*Niettemin achten wij op grond van het bovenstaande goede termen aanwezig om deze twee behandelingsmethoden aanzienlijk minder te gebruiken dan tot dusver is geschied. Zulks, omdat ze bij prognostisch gunstige fracturen niet in die mate nodig zijn, terwijl zij bij prognostisch ongunstige fracturen de resultaten niet verbeteren en minstens zoveel complicaties geven.*



## De stijve enkel na fractura cruris.

Eén aspect van de verkregen resultaten verdient nog onze bijzondere aandacht. Het betreft de waarneming dat van de 73 patiënten met een primaire AO-plaatfixatie er 8 een flink beperkte enkelfunctie bleken te hebben, terwijl een dergelijke categorie patiënten bij de primaire schuifplaatfixatie volledig ontbreekt. Uit deze waarneming zou men de gevolgtrekking kunnen maken dat een adaptatie-osteosynthese die met een circulair gipsverband wordt nabehandeld, de oefenstabiele osteosynthese wat de latere enkelfunctie betreft, verre overtreft (zie tabel 55 ad G + H). Deze paradox heeft ons ertoe gebracht de ziektegeschiedenissen van de 37 patiënten met een stijve enkel nog eens nader te beschouwen. Het blijkt dan dat deze patiënten vrijwel alle een constellatie van ongunstige prognosebepalende kenmerken gemeen hebben, waaronder bovenal infectie. Nagenoeg alle patiënten hebben een vertraagde consolidatie doorgemaakt. De patiënten met een latere stijve enkel uit de eerste behandelingsperiode (groep I) zijn vooral behandeld met extensie; die van de tweede behandelingsperiode (groep II) met behulp van de AO-plaat. Ook in deze laatste gevallen evenwel ging dan de behandeling steeds gepaard met infectieuze complicaties en vertraagde consolidatie.

Hoe kunnen wij nu verklaren dat deze patiënten, die wél aan een oefenstabiele osteosynthese werden onderworpen, niettemin een stijve enkel hebben gekregen? Het antwoord op deze vraag luidt als volgt: Bij de plaatfixatie, die met infectieuze complicaties gepaard gaat, gaan de voordelen van een operatieve behandeling vrijwel steeds verloren. Met een extremiteit, die met behulp van een AO-plaat oefenstabiel gefixeerd, maar tevens geïnfecteerd is, kan de patiënt niet oefenen. De weke delen zijn rood, gezwollen en pijnlijk en functionele activiteit is onder dergelijke omstandigheden — zo al mogelijk — ongewenst. In de lichter verlopende gevallen ontstaat een fistel of komt het implantaat bloot te liggen met behoud van stabiliteit. In gevallen van duidelijke fractuurosteomyelitis kan het echter tot een infectieuze osteolyse rond plaat en schroeven komen, die onstabieliteit tot gevolg heeft. In dergelijke gevallen dient het implantaat te worden verwijderd en is verder een conservatieve behandeling geboden. Daarbij komt dat de infectie zich zelden beperkt tot de wond alléén, maar ook in het omringende weefsel infiltratieve veranderingen teweeg brengt. Wanneer de infectie geneest gaat dit met fibrosering gepaard en een latere schrompeling van het gevormde bindweefsel kan gemakkelijk tot extraarticulaire, irreversibele bewe-



gingsbeperkingen aanleiding geven. (J. Charnley 1963). Op deze wijze kan een mislukte AO-plaatfixatie met name bij een distale fractuurlokalisatie het ontstaan van een stijve enkel in de hand werken.

Kan er dan van de oefenstabiele onderbeensosteosynthese geen enkele gunstige invloed op de enkelfunctie worden vastgesteld? Hoe is de situatie, wanneer de AO-plaatfixatie geheel naar wens verloopt?

Om deze vraag te beantwoorden hebben wij de twee volgende categorieën patiënten met elkaar vergeleken: enerzijds de patiënten met een AO-plaatfixatie, waarbij zich géén huidcomplicaties en géén vertraagde consolidaties voordeden, terwijl bovendien als eis werd gesteld dat er korter dan acht weken een circulair gipsverband werd gedragen. De controlegroep voor deze categorie wordt gevormd door een groep patiënten, die op een andere wijze werd behandeld, terwijl ook hier als eis werd gesteld dat er geen huidcomplicaties of vertraagde consolidaties waren opgetreden. Om praktische redenen moest het indelingscriterium "minder, resp. méér dan 1/3 van de enkelfunctie beperkt" worden vervangen door "enkelfunctie ongestoord, resp. verminderd". Hierbij komen ook de lichtere, niét hinderlijke beperkingen van de enkelfunctie (mede, hoewel niet afzonderlijk) getalsmatig tot uitdrukking.

Met inachtneming van het bovenstaande wordt de volgende frequentieverdeling tussen de ongestoorde en de verminderde enkelfuncties gevonden:

	enkelfunctie ongestoord	enkelfunctie beperkt
niet oefenstabiel	167	23
oefenstabiel	58	5

Fig.56.

Het hier waargenomen verschil ten gunste van de oefenstabiele fixatie is klein en *niet* significant.

*De conclusie kan dan ook slechts luiden, dat de oefenstabiele osteosynthese in ons ziekenhuis de enkelfunctie van de patiënt met een fractura cruris niet gunstig heeft beïnvloed; wanneer een osteosynthese met complicaties gepaard gaat stijgt de kans op een stijve enkel, wanneer hij naar wens verloopt is er geen verschil met de op een andere wijze behandelde fractuur.*

## HOOFDSTUK IX

### SAMENVATTING, BESCHOUWINGEN EN CONCLUSIES

One of the aims of surgery is to avoid operation.

Sir Geoffrey Jefferson.

In dit proefschrift is een vergelijkend onderzoek ingesteld naar de verkregen behandelingsresultaten bij twee chronologisch gescheiden groepen patiënten met een fractura cruris. In de eerste periode was deze behandeling in hoofdzaak conservatief; bij sommige fractuurtypen werd een electief gebruik gemaakt van de door Eggers (1948) ontwikkelde vitallium schuifplaat. Deze osteosynthese werd ook gehanteerd wanneer de conservatieve behandeling niet het gewenste resultaat had.

In de tweede behandelingsperiode werd in overheersende mate en voor alle fractuurtypen gebruik gemaakt van de oefenstabiele osteosynthese met behulp van de stalen AO-plaat.

In *hoofdstuk I* is de methode beschreven, die bij dit vergelijkend onderzoek werd gevolgd.

Beide groepen patiënten (groep I, die 251 fracturen telt, resp. II, groot 202 fracturen), zijn in *hoofdstuk II* in globale zin met elkaar vergeleken wat betreft de aanwezigheid van kenmerken, die mogelijk van invloed zouden kunnen zijn op de prognose van de behandelde fractura cruris. Er werden geen significante verschillen gevonden in *algemene kenmerken* als leeftijdsopbouw van de twee patiëntengroepen, ongevalsmechanisme, geslacht, de links-rechts verdeling en de aanwezigheid van nevenaandoeningen.

Verder bleken de twee patiëntengroepen niet significant te verschillen wat betreft de *plaatselijke kenmerken* hoogte van de fractuur, fractuurtype, toestand van de fibula, intra-articulaire uitbreiding, initiële dislocatie en aanwezigheid van een wond. Op grond van het bovenstaande zijn de beide groepen als vergelijkbaar beschouwd.

In *hoofdstuk III* is een overzicht gegeven van de gebruikte behandelingsmethoden, waartoe achtereenvolgens de conservatieve behandeling, de voorbehandeling met behulp van tractie, de schuifplaatfixatie volgens Eggers en de osteosynthese met behulp van de AO-plaat aan beschouwingen zijn onderworpen. Het feit dat bij de AO-



plaatfixatie gebruik wordt gemaakt van compressie is aanleiding geweest de literatuur omtrent de toepassing van botcompressie in het dierexperiment te raadplegen. Hierbij bleek dat compressie een belangrijk hulpmiddel kan zijn bij de immobilisering van botfragmenten. Een rechtstreekse consolidatiebevorderende werking van de compressie kon niet worden vastgesteld, een feit dat wellicht verband houdt met de omstandigheid, dat het tot nu toe niet mogelijk is gebleken de klinische begrippen "stabiliteit" en "immobilisering" in objectieve waarnemingen vast te leggen, terwijl compressie zeer moeilijk te meten is.

In *hoofdstuk IV* zijn de kwantitatieve aspecten van de toegepaste behandelingsmethoden besproken, waarbij bleek dat, afgezien van de verschillen in techniek van osteosynthese, er in de tweede behandelingsperiode minder dikwijls en ook gedurende kortere tijd extensie werd toegepast. In totaal werd bij 39% van de patiënten van groep I, hetzij primair of secundair een osteosynthese uitgevoerd, een percentage dat bij groep II steeg tot 65%. De immobilisering van gewrichten door middel van een gipsverband was bij groep II globaal gezien van aanmerkelijk kortere duur, hoewel het percentage patiënten, dat binnen een maand met een of ander gipsverband op de been was, gelijk bleef.

De patiënten van groep II kregen voorts een behandeling, die bewerkelijker was gezien het grotere percentage patiënten, dat werd opgenomen. Bovendien werden de patiënten van groep II veel vaker geopereerd en langduriger behandeld.

De waargenomen complicaties werden besproken in *hoofdstuk V*. Groep II telde in vergelijking met groep I een gestegen percentage huidcomplicaties en infecties, maar het verschil was niet significant. Om praktische redenen was de consolidatieduur reeds vergeleken in hoofdstuk IV. Hierbij was gebleken, dat groep II meer vertraagde consolidaties en pseudarthrosen telde.

De frequentie van klachten tengevolge van de aanwezigheid van het implantaat is in beide groepen gelijk geweest, waarbij wij de indruk kregen dat de AO-plaat bij jonge actieve mensen in ernstiger mate klachten veroorzaakt dan de schuifplaat.

De noodzaak om de betrekkelijk corrosie-onbestendige AO-plaat na consolidatie van de fractuur weer te verwijderen, achten wij een wezenlijk nadeel van de methode.

In *hoofdstuk VI* zijn de resultaten beschreven van het naonderzoek, waarvoor in totaal 428 gevallen beschikbaar waren. Het bleek dat er zowel in anatomisch als in functioneel opzicht lichte, niet



significante verschillen aanwezig waren ten ongunste van groep II. Het feit dat bij de patiënten van groep II géén betere enkelfunctie werd gevonden dan bij die van groep I, vormt een belangrijke aanwijzing, dat de oefenstabiele osteosynthese in onze kliniek niet de functionele verbetering bracht, die ervan was verwacht. Het uiteindelijke oordeel over het behandelingsresultaat is samengesteld uit het functionele resultaat en het anatomische, waarbij aan het functionele het grootste gewicht werd toegekend. Zoals reeds uit het ontbreken van significante verschillen bij de anatomische en functionele resultaten kon worden verwacht, werd geen verschil in "eindresultaat" gevonden.

Nadat aldus duidelijk was geworden dat wijziging van de therapeutische benadering van de fractura cruris niet had geleid tot verbetering van de resultaten in globale zin, moest worden uitgemaakt of er een bepaalde eigenschap of een combinatie van bepaalde eigenschappen kon worden gevonden, waarvan de aanwezigheid bij de toepassing van bepaalde behandelingsmethoden een significante verbetering of verslechtering van de prognose gaf. Wanneer dit zou kunnen worden gevonden, dan zou de mogelijkheid gegeven zijn om de resultaten te verbeteren door bij aanwezigheid van één of meer bepaalde kenmerken een bepaalde behandeling steeds uit te voeren, resp. steeds achterwege te laten.

In *hoofdstuk VII* werden met behulp van een bepaalde statistische methode uit ons patiëntenmateriaal de kenmerken opgespoord, die voor de prognose van de fractura cruris van belang zijn. Hierbij werden de klinische ervaring en de in de literatuur beschreven ervaringen van andere onderzoekers bevestigd, dat *de prognose van de fractura cruris voornamelijk door locale kenmerken wordt beheerst*. Deze prognosebepalende eigenschappen konden worden gerangschikt naar volgorde van invloed. Het was evenwel niet mogelijk om in ons patiëntenmateriaal één bepaalde eigenschap op te sporen, die in combinatie met één bepaalde behandeling tot een uitzonderlijk goed eindresultaat aanleiding gaf. Opvallend was verder dat in het totale materiaal van 392, voor statistisch onderzoek toegankelijke fracturen, geen significante verschillen konden worden gevonden wat betreft de invloed, die de zes in dit deel van het onderzoek onderscheiden behandelwijzen op de prognose hadden. Bij deze constatering moet de restrictie worden geplaatst dat sommige behandelingsmethoden bij aanwezigheid van bepaalde kenmerken niet of nauwelijks vertegenwoordigd zijn.

Door in *hoofdstuk VIII* de onderzochte fracturen in te delen in

groepen met twee lokale (prognosebepalende) kenmerken als indelingscriterium, was het mogelijk subgroepen samen te stellen van een redelijk goede homogeniteit. Wij kozen hiertoe een indeling, waarin het fractuurtype en de aanwezigheid van een wond (twee zeer belangrijke prognosebepalende kenmerken) tot uitdrukking komen. Deze indeling is ook klinisch gangbaar. Een vergelijking van de resultaten per onderscheiden behandelingsmethode werd nu mogelijk. Per subgroep en per wijze van behandeling werd vastgesteld hoe de verdeling was tussen "goede" en "niet goede" resultaten. Voorts hoeveel infectieuze complicaties er optraden, hoeveel vertraagde consolidaties en hoeveel gevallen met een beperkte enkelfunctie.

Uit het getallenmateriaal werd slechts weinig inhoudelijke informatie verkregen. Evenmin als bij onderzoek van één prognosebepalende eigenschap, kon bij een indeling naar twee van dergelijke kenmerken een bepaalde behandeling worden gevonden, die tot een uitzonderlijk gunstig resultaat voerde. *Steeds bleken de eigenschappen van de fractuur in hoofdzaak de prognose te bepalen en was de aard van de behandeling ondergeschikt.*

In dit materiaal had de dwarse gesloten fractuur de beste prognose ongeacht de behandeling, en had de open verbrijzeling met alle behandelingswijzen de ongunstigste prognose. Schematiserend kon worden vastgesteld dat de ernstige fracturen in de eerste behandelingsperiode een conservatieve behandeling kregen met extensie als voorbehandeling, terwijl in de tweede periode bij voorkeur een primaire behandeling met behulp van de AO-plaat werd uitgevoerd. Dit met hetzelfde resultaat.

De primaire osteosynthese van open fracturen heeft evenmin de resultaten verbeterd.

Bij gesloten fracturen ontstonden eventuele huidcomplicaties en infecties vrijwel steeds als gevolg van plaatfixaties, en wel bij 18 van de 130 patiënten; dit is 14%.

Niettemin traden ook bij 6 van de 41 patiënten, bij wie een gesloten fractuur met extensie werd behandeld, huidcomplicaties op.

*Gezien de negatieve invloed, die huidcomplicaties en infecties op het eindresultaat uitoefenen, is terughoudendheid met plaatfixaties en extensie bij gesloten fracturen op zijn plaats.*

De paradoxale waarneming dat er bij de patiënten, behandeld met een AO-plaat, bij het naonderzoek nogal wat stijve enkels aanwezig waren, heeft ons de ziektegeschiedenissen van de patiënten met een stijve enkel opnieuw doen raadplegen. Het is hierbij gebleken dat de stijve enkel vooral optrad na complicaties als vertraagde consolidatie



en infectie. De aard van de behandeling was hierbij niet van betekenis. Na een mislukte osteosynthese met een AO-plaat werden evenveel stijve enkels gevonden als na andere behandelingen, die met complicaties gepaard gingen. Hierna werd onderzocht of patiënten met een oefenstabiele onderbeensosteosynthese, die geheel naar wens was verlopen, zich van een vergelijkbare, doch anders behandelde patiëntengroep gunstig onderscheidden wat betreft enkelfunctie. Dit was niet het geval.

*De conclusie van het onderzoek is dan ook, dat op geen enkele wijze is gebleken, dat de fixatie van de onderbeensfractuur door middel van de AO-plaat door ons uitgevoerd, een aanwinst is geweest in vergelijking met te voren gebruikte behandelingsmethoden.*

Dientengevolge kan — achteraf — tevens worden geconstateerd dat het gebruik van het afneembare onderbeensgips niet rationeel is geweest. Immers, de kniefunctie wordt door de fractura cruris, hoe ook behandeld, niet bedreigd en een verbetering van de enkelfunctie kon in de groep, behandeld met het afneembare onderbeensgips, niet worden vastgesteld.

Het is mogelijk dat het ontbreken van enigerlei positief resultaat niet zozeer te wijten is aan de methode als zodanig, dan wel aan de uitzonderlijk *ruime indicatie*, waarop deze methode werd toegepast. Bovendien is de *wijze, waarop* een bepaalde behandeling werd uitgevoerd, niet goed te waarderen; de ervaring en de toewijding van de behandelend arts zijn altijd statistische imponderabilia, hoewel zij voor de individuele patiënt van het allergrootste gewicht zijn. We hebben zeer sterk de indruk gekregen dat een deel van de complicaties bij de operatieve behandeling van de onderbeensfracturen in het Ziekenhuis Dijkzigt gedurende de tweede periode is veroorzaakt doordat te dikwijls *oefenstabiliteit tot iedere prijs* werd nagestreefd. Uitgebreidheid en duur van de ingreep zijn hierdoor vergroot en deze factoren moeten zeker verantwoordelijk worden gesteld voor een deel van de huidcomplicaties en infecties. *Oefenstabiliteit is derhalve een luxe met risico's, die stijgen met de ernst van het letsel.*

Zonder een naonderzoek is het moeilijk om in een kliniek, waar osteosynthese als de methode der keuze voor een bepaalde fractuur wordt beschouwd, deze behandelingsmethode als zodanig op zijn juiste waarde te schatten. Het is immers welhaast onvermijdelijk dat dan de conservatieve behandeling voor dezelfde aandoening niet meer die aandacht en toewijding krijgt, die het letsel verdient. Mede hierdoor zal deze behandeling dan niet tot het gewenste resultaat voeren, waardoor men denkt dat de conservatieve behandeling onmogelijk is



voor de betrokken fractuur. Men is dan al gauw bereid, een osteosynthese uit te voeren. Wanneer hierna de fractuurgenezing zonder complicaties verloopt bestaat de neiging het gunstige resultaat aan de osteosynthese toe te schrijven; mocht de betreffende osteosynthese met complicaties gepaard gaan, dan kan men de veel gehoorde redenering beluisteren, dat nu eenmaal een secundaire osteosynthese slechtere resultaten geeft dan een primaire. Hiermee is dan de circulus vitiosus gesloten: men is hoe dan ook gesterkt in zijn mening dat de fractura cruris het maar moeilijk zonder osteosynthese kan stellen!

Voor fracturen, waarvan op grond van de locale kenmerken een gunstig beloop mag worden verwacht, kan osteosynthese niet zonder meer onjuist worden genoemd, zelfs niet, wanneer deze op ruime schaal wordt uitgevoerd. Men zal een wat hoger percentage huidcomplicaties en infecties moeten verwachten.

Wanneer het evenwel een fractuur betreft met een minder gunstig "natuurlijk ziektebeloop" dan kunnen de gevolgen van ongediscrimineerde osteosynthese voor de individuele patiënt zeer nadelig zijn.

Op grond van het verrichte onderzoek, literatuurstudie en eigen ervaring zouden wij de volgende richtlijnen willen opstellen voor de behandeling van de fractura cruris:

- A. *Bij de primaire behandeling van het gebroken onderbeen kan men zich het beste laten leiden door de toestand van de weke delen. Deze omvat méér dan alleen het aspect van de huid; ook bij een intacte huid gaat een fractuur met een flinke dislocatie per definitie gepaard met een aanzienlijk letsel van de weke delen.*
1. Meestal is bij de door een indirect inwerkend geweld (zoals bijv. torsie) ontstane fracturen slechts een gering weke delen letsel aanwezig. Het breukvlak verloopt in hoofdzaak in de lengterichting van het bot, terwijl tibia en fibula op een verschillende hoogte zijn gebroken, hetgeen het duidelijkst is bij de spiraalfractuur. *De toestand van de weke delen legt de arts hier geen beperkingen op wat betreft zijn behandeling.* Lege artis uitgevoerde osteosynthesen geven bij dit breuktype voortreffelijke resultaten. Chirurgen uit wintersportcentra ontleenen hun gunstige behandelingsresultaten voornamelijk aan dit breuktype, welke hun methode van behandeling ook moge zijn.

Bij een conservatieve behandeling kan een secundaire dislocatie in de zin van verkorting optreden. Een geringe verkorting kan men accepteren en een grotere corrigeren met behulp van een tijdelijke extensie of een secundaire osteosynthese.

2. *Fracturen met een matig weke delen letsel* (geringe dislocatie, gekneusd huidgedeelte van beperkte omvang, kleine wond) zijn meestal van het dwarse type en ontstaan door een direct inwerkend matig geweld. Ze zijn na repositie veelal stabiel en conservatieve behandeling verdient in dat geval de voorkeur. Vertraagde wondgenezing is hierbij niet zeldzaam. Extensie is meestal niet rationeel. Een primaire osteosynthese zal in het algemeen de resultaten niet verbeteren, maar zal dikwijls wel op een veilige wijze mogelijk zijn wanneer deze gewenst is (zie verder B ad 4 en ad 5).
3. *Fracturen met een ernstig weke delen letsel* (grote wond, verontreiniging, grote dislocatie, grote contusie) zijn meestal comminutief. Soms ook betreft het een dubbele fractuur, gekenmerkt door een los tussenstuk. De breuken van dit type zijn doorgaans veroorzaakt door een zeer heftig, direct inwerkend geweld ("high energy" of "high velocity fractures"). Deze fractuur heeft de ongunstigste prognose wat betreft consolidatieduur en eindresultaat. *Vóór alles dient hier genezing van de weke delen plaats te vinden.* Wanneer deze uitblijft is de kans op het ontstaan van een fistelende pseudarthrose groot. Genezen de weke delen wél, maar de fractuur niét, dan is tenminste een adaequate behandeling wegens vertraagde consolidatie mogelijk.

In de praktijk betekent één en ander dat deze fracturen, wanneer de huid intact is, het meest gebaat zijn met een conservatieve behandeling zonder voorafgaande extensie. Is er daarentegen een huidwond aanwezig, dan kunnen voor de primaire behandeling geen stringente adviezen worden gegeven. De ervaring leert dat genezing van de huid wordt bedreigd door mechanische onrust van de onderliggende onstabiele fractuur. Om deze reden voeren wij vaak, wanneer dit mogelijk is, bij dergelijke fracturen na de operatieve wondbehandeling de één of andere vorm van primaire osteosynthese uit. Onze persoonlijke ervaring beperkt zich tot de plaatfixaties en de schroefosteosynthesen. Hierbij wordt bewust het risico geaccepteerd



dat het plaatsen van een corpus alienum in een ten dele avitaal gebied met zich meebrengt. De osteosynthese — die hier niet zozeer wordt uitgevoerd om een *goed* resultaat te behalen, als wel om een *zeer slecht* te vermijden — heeft uitsluitend tot doel mechanische onrust in het fractuurgebied te verminderen en hierdoor het herstel van de weke delen te begunstigen. Om deze reden is het bij dergelijke ernstige letsels irrationeel en gevaarlijk een oefenstabiliteit na te streven (een waarschuwend voorbeeld hiervan vormt patiënt A blz. 113). *Een patiënt met dit letsel wordt niet in de eerste plaats bedreigd met een stijve enkel, maar met het verlies van het onderbeen!* Bij de wond-excisie van dergelijke fracturen dient men zich niet te laten leiden door de vrees de wond aan het eind van de operatie niet meer te kunnen sluiten. Hulpmiddelen bij de wondsluiting zijn ontspanningsincisies in gezonde huid (meestal uitgevoerd aan de kuit) en een primaire transplantatie van huid. Wij beschouwen het als onjuist om zenuwen, arteriën, pezen en een eventueel implantaat niet primair met gevasculariseerde huid te bedekken. Botoppervlak kan desnoods, musculatuur zonder bezwaar bij de eerste behandeling onbedekt worden gelaten. Niettemin is bij de ernstigste letsels de behandeling herhaalde-lijk een compromis tussen hetgeen nodig en mogelijk is; in zeldzame gevallen is een amputatie de minst slechte oplossing.

Hoewel wij persoonlijke ervaring op dit gebied missen, hebben wij uit de literatuur de indruk gekregen dat de externe fixatie bij het ernstig gelae-deerde onderbeen een zeer goed hulpmiddel kan zijn (P. Wittebol 1962, J. Judet e.a. 1967, R. Hoffmann 1951). De stabilisering van het bot grijpt hier aan buiten de wond en er worden geen corpora aliena in dit bedreigde gebied achtergelaten.

#### B. *De indicaties voor osteosynthese bij onderbeensfracturen.*

Naar onze mening kunnen zich de volgende indicaties voordoen voor een osteosynthese van de onderbeensfractuur:

1. In situaties, genoemd onder A ad 3 (zeer ernstig letsel van de weke delen, waarvan — naar men verwacht — de genezing door de onstabiliteit van de fractuur in de weg zal worden gestaan). Het betreft hier een strikt geïndividualiseerde behandeling, die volledig dient afgestemd te zijn op de ernst van het letsel en op de ervaring van de operateur (als voorbeeld diene patiënt B

blz.116). In deze categorie plaatsen wij ook de patiënten met peesletsels, zoals die een enkele maal bij een onderbeensfractuur werden waargenomen. De stabiliteit, die de osteosynthese hier verschaft, komt de peesgenezing ten goede.

2. Wanneer er bij een conservatieve behandeling geen repositie kan worden verkregen of behouden, bijvoorbeeld door interpositie. Hoewel in dit laatste geval een operatieve repositie wellicht voldoende zou zijn, voeren wij hier meestal toch een osteosynthese uit, wanneer de fractuur is vrijgelegd.
3. Osteosynthese kan bijzonder waardevol zijn bij de behandeling van pseudarthrosen en fracturen met een vertraagde consolidatie. Bespreking hiervan valt buiten onze opzet.
4. Herhaaldelijk kan men de verplegingsmogelijkheid verbeteren, de ziekteduur bekorten en het functioneel herstel bespoedigen door aan een extremiteit met meerdere fracturen één of meer osteosynthesen uit te voeren (zie patiënt C blz.118).
5. In zeldzame gevallen moet wegens een onderbeensfractuur een extremiteit met degeneratieve gewrichtsafwijkingen, zoals arthrosis deformans of chronisch rheuma, worden behandeld. Immobilisering van dergelijke gewrichten is zeer nadelig voor de functie, zodat oefenstabiliteit van de fractuur, indien mogelijk, aangewezen is.

Slechts in de onder 4 en 5 genoemde situaties zien wij voordelen van een osteosynthese, die tevens oefenstabiel is.

- C. Het gebruik van implantaten van een hogere corrosiebestendigheid dan het AO-materiaal bezit, verdient aanbeveling. Bij vele patiënten zonder klachten kan dan een latere operatie om het materiaal weer te verwijderen worden vermeden.



## Conclusies.

1. Bij een naonderzoek, verricht bij een patiëntenmateriaal van 428 onderbeensfracturen, konden geen voordelen worden vastgesteld van de op ruime schaal uitgevoerde oefenstabiele onderbeensosteosynthese, waarbij gebruik was gemaakt van de AO-compressieplaat.
2. De prognose van de behandelde fractura cruris werd in hoofdzaak beheerst door een aantal locale kenmerken, in vergelijking waarmee de invloed van de aard van de behandeling geheel ondergeschikt was.
3. In retrospectief opzicht was bij onze patiënten de conservatieve behandeling, waarbij géén gebruik werd gemaakt van extensie het eenvoudigst en bracht de minste complicaties met zich mede. Maar onze mening verdient deze behandeling dan ook de voorkeur en is een andere methode pas op zijn plaats, wanneer de conservatieve behandeling niet het gewenste effect heeft.
4. Het aantal indicaties tot osteosynthese van de onderbeensfractuur is beperkt; de indicatie tot een oefenstabiele osteosynthese zelfs zeldzaam.

## SUMMARY AND CONCLUSIONS

This thesis is a retrospective, comparative study of two closed series of adult patients with fractures of the tibial shaft. The first group (251 patients) with this type of fracture was treated during the period from January 1<sup>st</sup>, 1962 to April 1<sup>st</sup>, 1965. The second group (202 fractures) was treated during the period from the beginning of April, 1965 until September 1<sup>st</sup>, 1967.

These two groups were similar as far as the distribution was concerned of such general characteristics as age, sex, side of fracture and the presence of other lesions. They also shared local characteristics such as the distribution of the position of the fracture, its pattern, the degree of displacement, the presence or absence of articular involvement, the condition of the fibula and the condition of the skin. However, they differed in the type of treatment applied. The fractures of the first group were treated mainly by a closed method, i.e. a plaster-of-Paris immobilization, with or without preceding calcaneal pin traction. In this group of patients a primary open reduction and internal fixation was regarded as the method of choice for oblique, closed fractures. Furthermore, an operative fixation was nearly always regarded as necessary for fractures with delayed union. The fixation itself almost invariably consisted of the use of a vitallium internal contact splint, as developed by Eggers (1948). Consequently 39% of all the fractures in this group received, at some time during the treatment, internal fixation with this type of sliding plate. In addition the patients receiving operative treatment were given an accessory plaster that immobilized the knee and ankle joints until the fracture was considered completely healed. By contrast, the second group was preferentially treated with internal fixation of a type that provided full functional stability. This sort of operative treatment was carried out in all types of tibial fractures (oblique, transverse, comminuted; closed or open). The number of patients treated operatively, whether primarily or secondarily, represented 65% of all the fractures in this group. The method of internal fixation which was used in these cases was always that procedure known as the AO technique, which uses a compression device and a rather bulky plate made of a stainless steel alloy suitable for implantation. In principle no accessory plaster immobilization was employed in these cases as non-weight-bearing exercise of all the joints of the broken leg was



encouraged within the first week. In both series of patients the method of closed treatment, whenever used, was the same.

A detailed account of the parameters and related considerations is given in the Chapters I, II and IV and the methods of treatment are discussed in Chapter III, which also contains a review of the literature on the use of interfragmentary compression in experimental bone surgery.

The complications, observed during treatment, are discussed in Chapter V. In spite of the fact that rigid internal fixation by means of the AO compression plate was achieved at an early stage of treatment in the second series of fractures, there did not appear to be any significant shortening of the time required for union to take place. In fact there was even a significantly higher percentage of patients with non-union of their fracture. The second series also contained a slightly higher percentage, although not significantly so, of woundhealing problems and sepsis. An approximately equal number of complaints, which were considered to be directly attributable to the presence of the plate on the tibia, arose in both series. These complaints were only rarely severe. The special character of the inconvenience attributed to *rigid* plating of fractures is discussed, as is the necessity to remove the AO plate after healing of the fracture had occurred. This is regarded as a distinct disadvantage of the AO technique, as it necessitates a longer period of treatment, in addition to which there is also a greater chance, theoretically, of refracture after removal of the plate. This was not seen, however, in the series presented.

Chapter VI is concerned with the final results of the two groups of patients, as found at follow-up examination. It appeared, that the over-all anatomical and functional results of the two groups were essentially the same.

These findings indicate that introduction of the AO compression plate and the use of it on a large scale in the treatment of tibial fractures did not improve the end result in this series of cases.

This does not necessarily mean, however, that the method is of no use at all and the possibility had to be considered that the AO technique could be applied, with advantage, in certain circumstances. In order to determine whether such circumstances did exist and if so their precise nature, a second retrospective study on the same groups, was undertaken. This was also carried out to determine what factors, including the method of treatment, had been of prognostic significance.

In an attempt to answer these questions, the fractures of both

series were considered together, and the results viewed from a different angle and evaluated by using the statistical method described in Chapter VII. In accordance with other contemporary work concerning this type of injury, it was found that the prognosis of tibial fractures is determined by a number of chiefly local characteristics. The four most important of these are, in order of significance:

- 1<sup>st</sup> skin healing problems and sepsis,
- 2<sup>nd</sup> the pattern of the fracture,
- 3<sup>rd</sup> the degree of displacement of the fracture, and
- 4<sup>th</sup> the presence or absence of a skin wound.

Compared with these prognostically important features the special method of treatment employed was found to be not significant.

After these theoretical considerations a clinically useful classification of tibial fractures is presented in Chapter VIII. According to this classification the fractures have been divided into six subgroups, characterized by the various patterns of fracture (transverse, oblique or comminuted) in association with the condition of the skin (closed or open) as observed at admission. In none of these subgroups, however, has the AO plate proven to be of more value than the use of the closed method of treatment or operative fixation with Eggers' sliding plate.

Patients primarily treated by rigid AO plate fixation have, at follow-up, on the average no better ankle joint function than those originally immobilized in plaster. This observation seems paradoxical and needs some explanation. Although no special investigation was carried out in order to evaluate the significance of all the possible causes of diminished ankle joint function after tibial fracture, it was noticed that delayed union and sepsis had an unfavourable influence on later ankle joint mobility *regardless the type of treatment the patient received*. Whether or not AO plate fixation had been used, patients with the above-mentioned complications had a tendency to develop diminished ankle joint function. On the other hand there was no evidence to support the hypothesis that patients *successfully* treated with the AO method achieved better ankle joint function than a comparable group of patients, receiving an alternative form of treatment.

The conclusions, discussed and described in Chapter IX are that, in this series, AO plate fixation of tibial fractures on a large scale has not proven to be therapeutically superior, when compared with previously established methods of treatment.



For fractures that are likely to give good results, a rigid internal fixation does not appear necessary and consequently will not improve joint function. Similarly, in fractures which are prognostically bad, as judged by the local characteristics referred to, AO plate fixation does not appear to be particularly beneficial in preventing the unfavourable complications which are likely to occur. In this chapter some critical attention is also given to skeletal traction as it is believed to prolong healing time of bone and soft tissues.

From the results of this and other workers' studies, supported by further personal experience since the completion of the investigation, the author feels justified in making the following recommendations regarding the treatment of tibial fractures:

I *In general, the extent and severity of soft tissue injury is the best guide for the primary treatment of tibial fractures.*

A. Fractures caused by torsion are, in the main, of a spiral or oblique type and are usually accompanied only by minor injury of the soft tissues.

The condition of the skin in these cases does not restrict the choice of treatment. Internal fixation of these fractures is a safe procedure in experienced hands and likely to give the same favourable results as those obtained by closed methods.

B. Transverse tibial fractures are usually accompanied by moderate damage to the soft parts; they were mostly caused by a direct, moderate violence. Skeletal traction is not often necessary in these fractures; conservative treatment is safe and likely to give satisfactory results. In many of these patients, a primary or secondary internal fixation is a safe procedure provided that incisions through damaged skin can be avoided.

C. Fractures with severe damage of the soft tissues (large wound, much displacement) often show comminution. They are usually caused by severe, direct violence and frequently result from industrial or traffic accidents; the so-called "high energy" or "high velocity" fractures. *The necessity of healing of the soft parts in these patients cannot be overemphasized.* If the soft parts do not heal, there is a strong chance, that the notoriously therapeutic-resistant condition of fistulous non-union will occur. On the other hand, well healed soft tissues at least provide the opportunity to perform a reliable treatment for delayed union. Practically speaking, whenever the skin is intact, these fractures are probably

best treated by closed methods without preceding calcaneal traction.

If a skin wound is present, the recommendation cannot be so rigid. Experience has shown, that the instability of the fracture may threaten wound healing and for this reason, after wound excision, in many of these cases some sort of internal fixation is performed. This osteosynthesis is only meant to minimize movements of the fracture area and is, therefore, not necessarily rigid. It consequently needs external support in the form of a plaster bandage. In this way an attempt is made to prevent the occurrence of more serious complications and in so doing the risk of a fistula developing is regarded as acceptable. *In these fractures, functional stability is an extremely risky "luxury" and should never be an aim in itself.* Relaxing incisions and primary grafting of skin may be necessary procedures for adequate cover of damaged areas. The treatment of these fractures is very much a matter of personal effort and experience.

## II The indications for osteosynthesis.

The indications for open reduction and internal fixation of tibial fractures are as follows:

- a. Those cases in which fractures are accompanied by a severe soft tissue damage (see above). Implantation of metal is only meant to assist woundhealing.
- b. When a satisfactory result cannot be obtained with closed methods (e.g. recurrent displacement of the fragments).
- c. Cases of delayed union and non-union. (In this study attention was not given to this aspect of fracture treatment).
- d. In patients with several fractures of the same limb, internal fixation of at least one of the fractures may facilitate nursing of the patient, shorten his period of confinement to bed and promote functional recovery of the limb.
- e. Tibial fractures can occur in elderly patients whose joints are affected by some pathological process (e.g. rheumatism or arthrosis deformans) although this combination of events is not frequently observed. Immobilization of such joints is known to be harmful for later function and on these grounds internal fixation, preferably providing full functional stability, may be indicated.



III The use of implants of high resistance against corrosion is recommended. This saves many patients who are not inconvenienced by the implant, from a later operative removal.

**Conclusions:**

1. In a follow-up study, performed on a closed series of 428 cases of tibial fracture, no advantages could be found following the use of the AO compression plate. This method provided a full functional stability and was used extensively.
2. The final results of tibial fractures are determined by a number of, mainly local, characteristics at the fracture site. When compared with the effect of these factors none of the special forms of treatment employed were found to significantly influence the prognosis.
3. In retrospect, the closed form of treatment without preceding skeletal traction, has given satisfactory results with the least number of complications. Therefore, it is reasonable that this treatment should be tried first, other treatment being indicated only when closed treatment has proven to be unsatisfactory in any individual case.
4. There are few indications for internal fixation of tibial fractures and the indications for an internal fixation that provides an immediate functional stability are even less frequent.

## DRIE ILLUSTRATIEVE PATIENTEN

Met enige casuïstiek willen wij enkele aspecten van de osteosynthese nog wat nader toelichten.

### Patiënt A.

Een 52-jarige kellner wordt op 12-5-1967 op zijn bromfiets aangereden door een auto en opgenomen met een ernstig onderbeensletsel links. Er is een open comminutieve fractuur aanwezig (zie fig.57); in een tweetal anteromediaal gelegen wonden zijn enkele botfragmenten, straatvuil en gras te zien. Aan het operatieverslag van deze patiënt ontleen wij het volgende:

Onder bloedleegte vindt wondexcisie plaats, gevolgd door repositie van alle botfragmenten. De operateur merkt hierbij een ernstige verscheuring van spierweefsels op. Er wordt tot osteosynthese besloten, die plaats vindt met een 12-gaats C3 AO-plaat (zie fig.58). De bloedleegte wordt opgeheven na één uur, maar hierbij ontstaat slechts weinig bloeding. Wondsluiting geschiedt onder een flinke spanning, dit ondanks het aanbrengen van een longitudinale snede aan de kuit van een lengte ongeveer gelijk aan die van de wond. Het verslag eindigt met de constatering, dat de vitaliteit van de huid zeer dubieus lijkt, wanneer de ingreep is beëindigd.

Na de operatie komt het tot een uitgebreide wondnecrose, waardoor de plaat en een gedeelte van het bot wordt geëxposeerd. Hierna ontstaat een purulente fractuur-osteomyelitis met sequestervorming van alle kleinere fragmenten, en infectieuze osteolyse rond diverse schroeven. Het gevolg hiervan is, dat het implantaat los komt te zitten (zie fig.59).

Anderhalf jaar na het ongeval heeft de patiënt, afgezien van de osteosynthese vijf operatieve ingrepen achter de rug (transplantatie van huid en spongieus bot, sequestrectomie, saucerisatie, aanleggen spoeldrainage) en kan eindelijk worden gesproken van een toestand, waarin valt te denken aan een definitieve behandeling van de fistelende defect-pseudarthrose.

Hiertoe wordt op 30-10-1968 een osteoplastiek uitgevoerd langs een posterolaterale toegangsweg. Tussen de musculus gastrocnemius en de peroneale musculatuur worden via de achterzijde van de fibula en de membrana interossea spongiosa-snipers in het pseudarthrose gebied gedeponeed. Hierbij wordt niet slechts overbrugging van het defect beoogd maar ook het ontstaan van een tibio-fibulaire synostose proximaal en distaal van de pseudarthrose.

Ruim twee jaar na het ongeval is de patiënt, zij het met gips, gemobiliseerd, is er geen fisteling meer en wordt in het pseudarthrose-gebied een geleidelijk toenemende botvorming waargenomen (zie fig.60).



*Commentaar:* Wij betwifelen of infectie van een dergelijke fractuur voorkómen kan worden en het is uiteraard niet mogelijk om voor zo'n ernstig letsel een alternatieve behandeling aan te geven, waarbij succes zou zijn gegarandeerd. Niettemin menen wij, dat in het beschreven geval een aantal chirurgische fouten zijn gemaakt, die vermeden hadden kunnen worden.

1e. Het gebruik van de pneumatische tourniquet bij wondexcisie van fracturen met ernstig letsel van de weke delen achten wij niet juist; het geheel stopzetten van de circulatie in een gebied van preciaire bloedvoorziening is onlogisch en bovendien is de vitaliteit van het weefsel niet meer te beoordelen, hetgeen voor de uitgebreidheid van de excisie van belang is.

2e. Bij de osteosynthese van deze ernstige fractuur werd niet in de eerste plaats *wondgenezing* nagestreefd, maar *oefenstabiliteit*. En dit nog wel met behulp van een implantaat, bedoeld om *femurfracturen* deze luxe te verschaffen! Weliswaar is het alleszins gerechtvaardigd te pogen de prognose van een dergelijk ernstig letsel te verbeteren met behulp van een osteosynthese, maar deze dient dan voornamelijk tot doel te hebben het bot zodanig te immobiliseren, dat genezing van de weke delen zo weinig mogelijk door onstabiliteit van de onderliggende fractuur in de weg wordt gestaan.

Er dient dan een osteosynthese plaats te vinden, waarbij een *minimum aan materiaal* wordt gebruikt. De stabiliteit van het geheel kan men vergroten met behulp van een gipsverband.

3e. Het ongewoon forse implantaat werd bovendien bevestigd aan de kant, waar zich het weke delen letsel bevond. Hierna vond wondsluiting onder spanning plaats, ondanks de aanwezigheid van een ontspanningsincisie aan de kuit. Het behoeft geen betoog, dat het optreden van huidnecrose na het onder spanning sluiten van een wond op een metalen onderlaag eerder regel dan uitzondering zal zijn.

Het zou beter zijn geweest, wanneer de fractuur met een klein implantaat aan de laterale zijde was vastgezet. Het gedeelte van de wond, dat niet zonder spanning had kunnen worden gesloten, had primair of later van een vrij transplantaat kunnen worden voorzien.

Wij menen, dat van de hierboven beschreven tekortkomingen de nagestreefde oefenstabiliteit wel als de voornaamste moet worden aangemerkt, omdat hierdoor de hoeveelheid avitaal materiaal in een verontreinigd fractuurgebied van dubieuze vitaliteit op opvallende wijze werd vermeerderd.



Fig.57. (Open, verontreinigde) verbrijzeling.

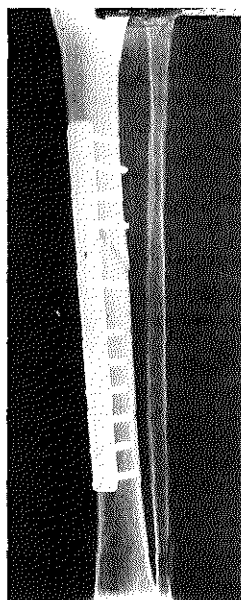


Fig.58. Toestand van het skelet enige tijd na primaire stabilisatie.

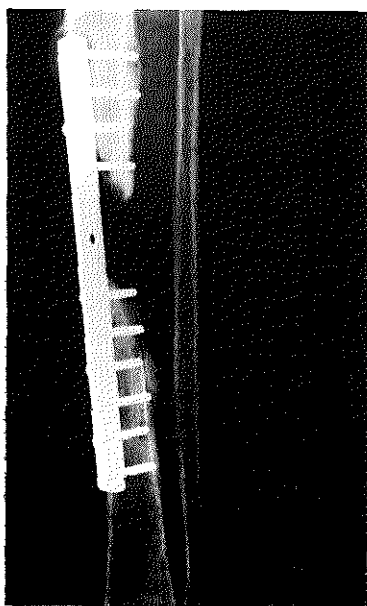


Fig.59. Status na herhaalde sequesterectomieën: (etterende-)defectpseudarthrose; de (infectieuze) osteolyse en de appositie van bot aan het proximale plaatgedeelte wijzen op instabiliteit.



Fig.60. Toestand enkele maanden na de osteoplastiek.



## Patiënt B.

Een 31-jarige vrachtwagenchauffeur krijgt op 27-5-1969 een ernstig auto-ongeval, waarna hij met behulp van snijbranders uit zijn cabine moet worden bevrijd. Hij heeft een zeer distale tibiafractuur links met een zeer ernstige wond (fig.61 en 62). Elders wordt repositie in narcose verricht, waarbij geen bevredigend resultaat wordt verkregen.

Na verwijzing naar ons ziekenhuis blijkt dat er ook een splijtfractuur bestaat van het laterale tibiaplateau van hetzelfde been. Twaalf uur na het ongeval vindt een ruime wondexcisie plaats, waarbij een defect ontstaat ter grootte van een hand. Operatieve fixatie van de fractuur wordt aangewezen geacht, maar hoe? Gezien de zeer distale localisatie en de uitgebreidheid van de wond lijkt stabilisering met behulp van de fixateur externe niet goed mogelijk. Bij gebrek aan een beter alternatief wordt daarom een osteosynthese uitgevoerd met twee vitallium trekschroeven (fig.63). Het is vervolgens mogelijk de tibia en de schroefkoppen te bedekken met hiertoe gemobiliseerde, vitale kuitmusculatuur (fig.64). De gehele wond wordt vervolgens bedekt met een huidtransplantaat. De ingreep wordt beëindigd met het aanleggen van een gewatteerd bovenbeensgips.

Het transplantaat slaat volledig aan, de fractuur consolideert normaal. Na ruim vier maanden is de patiënt weer arbeidsgeschikt, zijn enkel functie is dan maximaal (zie fig.65 en 66).

*Commentaar:* Bij deze patiënt werd *osteosynthese* uitgevoerd teneinde voldoende stabiliteit voor een *wondgenezing* te bewerkstelligen. Oefenstabiliteit, hoewel in verband met het aanwezige plateaufractuurte wellicht gewenst, werd niet nagestreefd. Een ongunstige factor bij deze patiënt was, afgezien van de ernst van het letsel, het lange interval tussen ongeval en operatie. Daarentegen werd de wondgenezing begunstigd door de aard van de breuk, die een eenvoudige stabilisering mogelijk maakte, en door de omstandigheid, dat voldoende onbeschadigd spierweefsel aanwezig was. Hiermede kon de wondbodem worden bedekt, zodat een primaire huidplastiek mogelijk werd.



Fig.61.



Fig.62. Distale tibiafractuur met ernstige wond.



Fig.63. Wondexcisie en osteosynthese voltooid.

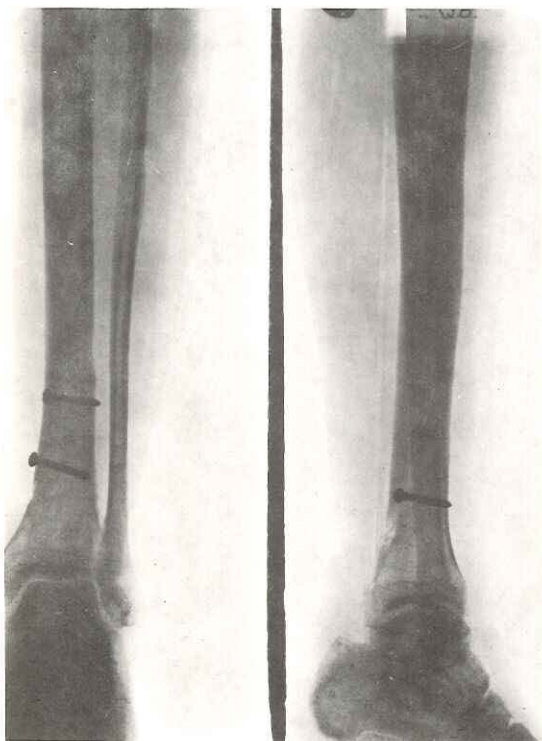


Fig.65. Fractuur geconsolideerd.

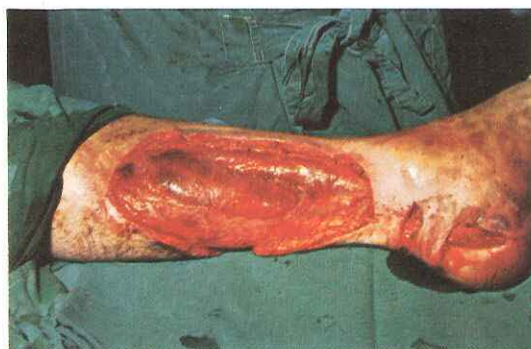


Fig.64. Tibia en schroefkoppen bedekt met musculatuur.



Fig.66. Het eindresultaat.



### Patiënt C.

Een 29-jarige kantoorbediende wordt op 21-4-1967 op zijn bromfiets aangereden, waardoor links een femurfractuur en een onderbeensfractuur ontstaan (fig.68). Er zijn geen wonden. Op de dag van het ongeval worden plaatfixaties van onder- en bovenbeen uitgevoerd, waarbij oefenstabiliteit wordt nagestreefd en verkregen (fig.69). Na de operatie doen zich geen bijzonderheden voor. Twee weken na de ingreep zijn de wonden genezen (fig.71). De functie van de extremiteit is (onbelast) maximaal (fig.70 t/m 73). Er is geen spieratrofie, zelfs niet van de m. quadriceps femoris (fig.73).

*Commentaar:* Bij operabele patiënten met meerdere fracturen kan men de verpleegmogelijkheid verbeteren, de periode van noodzakelijke bedrust sterk bekorten en de revalidatie begunstigen door bij één of meer van de fracturen een osteosynthese uit te voeren. Naar onze mening is in dergelijke gevallen dan ook een relatieve indicatie tot osteosynthese aanwezig. Oefenstabiliteit is — indien mogelijk — van voordeel, óók wanneer slechts één van de fracturen wordt gefixeerd. Het is dan namelijk mogelijk, om de niet-operatief gefixeerde fractuur te behandelen, alsof het de enige fractuur was.

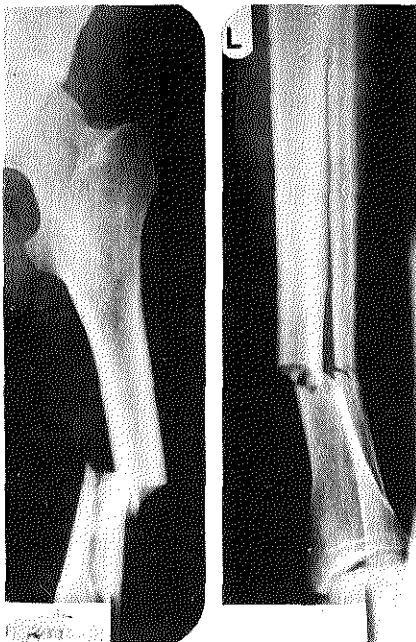


Fig.68. Boven- en onderbeensfractuur links.

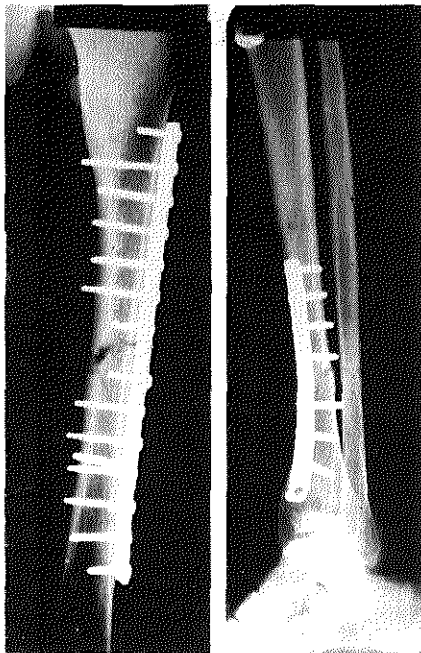


Fig.69. Status na primaire, oefenstabiele stabilisaties.



Fig.70.

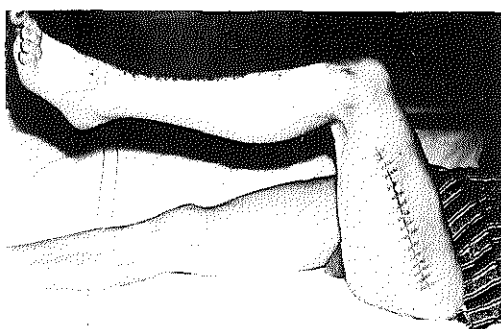


Fig.71.

Fig.70 t/m 73.  
Toestand twee weken na de osteosynthesen in één tempo: de functie van de extremiteit is ongestoord.



Fig.72.



Fig.73.





## BIJLAGE A

## FORMULIER ONDERBEENSFRACHTUUR

NAAM:

A 1 Groep	0 0	A 2 Leeftijd	0 0	A 3 Nr.	0 0
A 4 Ongeveldag	0 0	A 5 Ongeveldmaand	0 0	A 6 Ongeveldjaar	0 0
A 7 Aard ongeval	0 0	A 8 Geslacht en zijde	0 0	A 9 Nevenaandoeningen	0 0
B 1 Hoogte fractuur	0 0	B 2 Type fractuur	0 0	B 3 Fibula	0 0
B 4 Intra-artic. uitbr.	0 0	B 5 Verplaatsing botstukken	0 0	B 6 Wondgrootte	0 0
C 1 Voorbehandeling	0 0	C 2 Duur extensie	0 0	C 3 Behandeling	0 0
C 4 Aantal dagen tussen ongeval en osteosynthese	0 0	C 5 Aard osteosynthese	0 0	C 6 Totaal aantal operatieve ingrepen	0 0
C 7 Totale opnameduur	0 0	C 8 Röntgenolog. consolidatie	0 0	C 9 Botgenezing	0 0
C10 Totale duur circ. gips	0 0	C11 Belast met gips	0 0	C12 Belast zonder gips	0 0
C13 Reva.afd.ingesch.	0 0	C14 Totale behandelingsduur	0 0	C15 Aantal poliklin. bezoeken	0 0
D 1 Infectieuze compl.	0 0	D 2 Refractuur	0 0	D 3 Gipsulcus	0 0
D 4 Klachten osteosynth. materiaal	0 0	D 5 Verwijdering materiaal	0 0		
E 1 Tijdstip na onderzoek	0 0	E 2 Uiterlijk onderbeen	0 0	E 3 Verkorting	0 0
E 4 Röntgen.afw. tibia	0 0	E 5 Rotatie afw. voet	0 0	E 6 Anat. resultaat	0 0
E 7 Kniefunctie	0 0	E 8 Quadricepsatrofie	0 0	E 9 Functie bovenste spronggewricht	0 0
E10 Functie onderste spronggewricht	0 0	E11 Functie en vorm voetgewrichten	0 0	E12 Pijn fractuurplaats	0 0
E13 Klachten enkel	0 0	E14 Arthrosis bovenste spronggewricht	0 0	E15 Gang	0 0
E16 Werkzaamheden	0 0	E17 Sport	0 0	E18 Functioneel resultaat	0 0





## GERAADPLEEGDE LITERATUUR

- ADLER, J.B.; SHAFTAN, G.W.; RABINOWITZ, J.G.; HERBSMAN, H., Treatment of Tibial Fractures.  
J. Trauma, 2:59, 1962.
- ALLGÖWER, M., Verschraubung von Tibia-frakturen.  
Helvet. Chir. Acta 28:1, 1961.
- ALLGÖWER, M., Osteosynthese und primäre Knochenheilung.  
Arch. klin. Chir. 308: 423-434, 1964.
- ALLGÖWER, M.; MÜLLER, M.E.; SCHENK, R.; WILLENEGGER, H. Biomechanische Prinzipien bei der Metallverwendung am Knochen.  
Arch. Klin. Chir., 305: 1, 1963.
- ANDERSEN, M.N.; McDONALD, K.; STEPHENS, J.G., A study of the effect of open and closed treatment on rate of healing and complications in fractures of the tibial shaft.  
J. Trauma, 1: 290, 1961.
- ANDERSON, R., An automatic method of treatment for fractures of the tibia and the fibula.  
Surg. Gynec. Obstet., 58: 639, 1934.
- ARZIMANOGLU, A.; SKIADARESSIS, G., Study of Internal Fixation by Screws of Oblique Fractures in Long Bones.  
J. Bone Jt. Surg., 34A: 219, 1952.
- BAGBY, G.W.; JAMES, J.M., The effect of compression on the rate of fracture healing using a special plate.  
Amer. J. Surg., 95, 5: 761-771, 1958.
- BATTEN, R., pers. mededeling, 1967.
- BAUER, G.C.H.; EDWARDS, P.; WIDMARK, P.H., Shaft fractures of the tibia.  
Acta Chir. Scand., 124: 386, 1962.
- BAUMGARTL, F.; GREMMEL, H.; WILLMANN, K.H., Die Durchblutung von frakturierten Unterschenkeln während der Heilung an Hand von arteriographischen Untersuchungen.  
Zbl. Chir., 83: 1386, 1958.
- BENDER, J., Voorlopige ervaringen met AO-plaatfixaties bij onderbeensfracturen.  
Ned. T. Geneesk., 112, (15): 718, 1968.
- BERGENTZ, S.E.; THUREBORN, E., Shaft fractures of the lower leg: Open versus closed reduction.  
Acta Chir. Scand., 114: 235, 1957.
- BLANQUERNON, S.; BEOIST, D., Réflexion sur une statistique homogène du 100 cas de fractures fermées de jambe.  
Acad. Chir., 83: 955, 1957.
- BLIVEN, F.E.; McARTHUR, J.D., Mass Leg Casualties. Management of twenty-eight simultaneous leg fractures.  
Amer. J. Surg., 95: 617, 1958.

- BLOCKEY, N.J., The value of rigid fixation in the treatment of fractures of the adult tibial shaft.  
J. Bone Jt. Surg., 38B: 518, 1956.
- BLUM, H., Beitrag zur operativen Behandlung der Unterschenkelfrakturen.  
Diss. Zürich, 1956.
- BODART, A.; SOMMELET, J.; BESSOT, M.; MARTIN, C., Le traitement des fractures ouvertes de jambe par l'osteotaxis d'Hoffmann.  
Rev. Chir. Orthop., 50: 223, 1964.
- BÖHLER, L., Unterschenkelshaftbrüche.  
Arch. Klin. Chir., 276: 192, 1953.
- BÖHLER, L., Unzweckmässige und gefährliche Methoden bei der Behandlung von Fracturen.  
Arch. Klin. Chir., 295: 281-292, 1960.
- BÖHLER, L., e.a., Bericht über 3308 Unterschenkelbrüchen.  
Hefte zur Unfallheilkunde, Berlin-Springer Verlag, 1957.
- BOHLER, L., Die Technik der Knochenbruchbehandlung. 12-13. Auflage, alsook  
Ergänzungsband.  
Verlag Wilhelm Maudrich, Wien 1963.
- BONNET, J., Posttraumatische Dystrophie.  
Scheltema & Holkema N.V. A'dam 1953.
- BRUSSATIS, F., Technische Probleme der Osteosynthese,  
Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 49 Kongress 1961.
- CARPENTER, E.B., Management of fractures of the shaft of the tibia and fibula.  
J. Bone Jt. Surg., 48A, (8): 1640-1646, 1966.
- CARPENTER, E.B.; DOBBIE, J.J.; SIEWES, C.F., Fractures of the shaft of the tibia and fibula.  
Arch. Surg. 64: 443-456, 1952.
- CHARNLEY, J., The reaction of Bone to Metal.  
Proc. Roy. Soc. Med. 50 II: 30-22, 1957.
- CHARNLEY, J., The closed treatment of common fractures.  
E.S. Livingstone Ltd., Edinburgh 1961.
- CORRODI, E., Die Ergebnisse der Behandlung frischer Unterschenkelfrakturen Erwachsener mittels Zugschraubenosteosynthese.  
Diss. Basel, 1963.
- CRAWFORD ADAMS, J., Outline of fractures.  
Livingstone, London 1968.
- CREYSSEL, J.; MOURQUES, de G.; GOUNOT, J.; BOUCHET, A., Le fixateur externe d'Hoffmann dans les fractures ouvertes de jambe.  
Lyon Chir. 51: 241, 1956.
- CHRISMAN, O.D., e.a., The Problem of Refractures of the Tibia.  
Clinical Orthop. and related Research 60: 217, 1968.
- DANIS, R., Théorie et pratique de l'osteosynthese.  
Masson-Paris, 1949.
- DECOULX, P.; RAZEMON, J.R., La Pression inter-fragmentaire dans l'osteosynthese.  
Lyon Chir., 51: 211-227, 1956.
- DECOULX, P.; DUCLOUX, M.; DECOULX, J., Indications et résultats du fixateur externe d'Hoffmann dans les fractures ouvertes de jambe.  
Rev. Chir. Orthop., 51 (5): 631, 1965.
- DEHNE, E.; e.a., The natural history of the fractured tibia.  
Surg. Clin. N. Amer., 41: 2, 1961.
- DEHNE, E.; METZ, C.W.; DEFFER, Ph.A.; HALL, R.M., Nonoperative treatment of the fractured tibia by immediate weight bearing.  
J. Trauma, 1: 514, 1961.



- EAGLESON, W.M.; e.a., The effect of heat on the healing of fractures; A preliminary experimental report.  
Canad. Med. Ass. J., 97: 274-280, 1967.
- EDWARDS, P., Fracture of the Shaft of the Tibia: 492 Consecutive Cases in Adults.  
Acta Orthop. Scand. Suppl. 76, 1965.
- EDWARDS, P., The effect of crush injury to the skin on healing of fracture of the shaft of the tibia in dogs.  
Acta Orthop. Scand. 36: 89-94, 1965.
- EDWARDS, P., Internal Fracture fixation with Rush' pins.  
Acta Chir. Scand., 117: 480, 1959.
- EERLAND, L.D., Algemene richtlijnen bij de moderne fractuurbehandeling.  
Ned. T. Geneesk., 86 II: 1282, 1942.
- EGGERS, G.W.N.; SHINDLER, Th.O.; POMERAT, Ch.M., The influence of the contact-compression factor on osteogenesis in surgical fractures.  
J. Bone Jt. Surg., 31A: 693-716, 1949.
- EGGERS, G.W.N., Internal contact splint.  
J. Bone Jt. Surg., 30A: 41, 1948.
- EGGERS, G.W.N., AINSWORTH, W.H.; SHINDLER, T.O.; POMERAT, Ch.M., Clinical significance of the Contact-Compression factor in bone surgery.  
Arch. Surg., 62: 467-474, 1951.
- EGGERS, G.W.N.; ROOSTH, H.P., Contact Splint Survey.  
Amer. J. Surg., 149: 21, 1959.
- EGGERS, G.W.N., Indications and operative technique for open reduction and internal fixation of fractures of the shafts of the tibia and fibula.  
Surg. Clin. North Amer., 41: 2, 1961.
- ELLIS, H., The speed of healing after fracture of the tibial shaft.  
J. Bone Jt. Surg., 40B I: 43, 1958.
- ELLIS, H., Disabilities after tibial shaft fractures.  
J. Bone Jt. Surg., 40B (2): 190-197, 1958.
- ELLIS, J.B., Treatment of fractures of the tibial shaft.  
J. Bone Jt. Surg., 46B: 371, 1964.
- FREEMAN, W.A.; GARNES, A.L., Open tibial shaft fractures.  
Amer. J. Surg., 95: 415, 1958.
- FRIEDENBERG, Z.B.; FRENCH, G., The effects of known compression forces on fracture healing.  
Surg. Gynec. Obstet., 94: 743-748, 1952.
- GEISER, M., Soudure autogène und per-primam Heilung bei stabil fixierten Schaftfrakturen.  
Helv. Chir. Acta, 28: 499, 1961.
- GODFREY, J.D., Major and extensive soft-tissue injuries complicating skeletal fractures.  
J. Bone Jt. Surg., 44A: 753, 1962.
- DE HAAS, J.H.; BONTE, J.T.P.; DE HAAS-POSTHUMA, J.H., Wegverkeersongevallen.  
J.B. Wolters, Groningen 1967.
- MCLAUGHLIN, H.L., On the operative treatment of tibial fractures.  
Surg. Clin. North Amer., 41: 2, 1961.
- HARRISON, S.H., Fractures of the tibia complicated by skin loss.  
Brit. J. Plastic Surg., 21: 3, 1968.
- HAUSAMANN, E., Die Behandlung der posttraumatischen arthrogenen Steifen der untern Extremität.  
Z. Unfallmed. Berufskr. 50: 95, 1957.
- HERFARTH, C.; FRANKE, D., Gefahren der Plattenosteosynthese bei Gelenk- und Gelenknahen Frakturen der distalen Tibia.  
Arch. Klin. Chir., 313: 533, 1965.

- HICKS, J.H., The relationship between metal and infection.  
Proc. Roy. Soc. Med., 50 II: 842, 1957.
- HICKS, J.H.; CATER, W.H., Minor reactions due to modern metal.  
J. Bone Jt. Surg., 44B, 1962.
- HICKS, J.H., Amputation in fractures of the tibia.  
J. Bone Jt. Surg., 46B: 388-392, 1962.
- HJELMSTEDT, A.; BERGVALL, U., Phlebographie study of the incidence of thrombosis in the injured and uninjured limb in 55 cases of tibial fracture.  
Acta Chir. Scand., 134: 229-234, 1968.
- HJELMSTEDT, A., Fractures of the Tibial Shaft.  
Acta Chir. Scand. 121: 511-516, 1961.
- HOAGLUND, F.T.; STATES, J.D., Factors Influencing the Rate of Healing in Tibial Shaft Fractures.  
Surg. Gynec. Obstet., 124: 1, 1967.
- HOFFMANN, R., L'Ostéotaxis: Ostéosynthèse par fiches transcutanées et rotules.  
Helvet. Chir. Acta, 18: 282, 1951.
- HOLDERMAN, W.C., Results following conservative treatment of fractures of the tibial shaft.  
Amer. J. Surg., 98: 593-597, 1959.
- JACKSON, R.W.; McNAB, J., Fractures of the shaft of the tibia.  
Amer. J. Surg. 97 (5): 543-557, 1959.
- JAHA, H.; SCHARIZEA, E., Operative oder konservative Unterschenkelbruchbehandlung.  
Z. Orthop. Beilage 91: 1959.
- JERGESEN, F., Plate and Screw fixation of diaphyseal fractures of the tibia: Indications and operative technique.  
Surg. Clin. North Amer., 41: 2, 1961.
- JESSURUN, A.W., De indicatie van de verende beugel bij de fractuurbehandeling.  
Diss. Amsterdam, 1968.
- JOHANSSON, O., Viewpoints on primary osteosynthesis in compound fractures.  
Acta Chir. Scand., 105: 474, 1953.
- JOHNSON, H.F.; STOVALL, S.L., External fixation of fractures.  
J. Bone Jt. Surg., 32A, 2: 466, 1950.
- JUDET, J.; JUDET, R.; LETOURNEL, E., Un procédé d'ostéosynthèse pour fracture multifragmentaire du pilon tibial.  
Mem. L'Acad. Chirurgie, 17-18: 548, 1967.
- JUZBAŠIĆ, D.M., Zur Verbesserung der Technik der Osteosynthese mit der Laneschen Platte.  
Chirurg., 527, 1953.
- KAESSMANN, H.J., Stabile Osteosynthese durch den Kompressions-Nagel.  
Chirurg. 37, (6): 272-276, 1966.
- KERM, E.; LOCH, A., Konservative oder operative Behandlung geschlossener Frakturen.  
Chirurg. 437, 1967.
- KEY, J.A.; REYNOLDS, F.C., Contact splints (Eggers) vs. standard bone plates in the fixation of experimental fractures.  
Ann. Surg. 137 (6): 911-919, 1953.
- KOEKENBERG, L.J.L., Vascularisation in the healing of fractures.  
Diss. Amsterdam, 1963.
- KÜNTSCHER, G., Praxis der Marknagelung.  
F.K. Schattauer-Verlag, Stuttgart 1962.
- KÜNTSCHER, G., Mark-, Pinsel- und Bündelnagelung.  
Chirurg. 34: 111, 1963.
- KÜNTSCHER, G., Ueber die Marknagelung der Tibiaschaftbrüche.  
Arch. Klin. Chir. 276: 217, 1953.



- KÜNTSCHER, G., Die gedeckte (geschlossene) Osteosynthese.  
Aktuelle Chir. 365, 1967.
- KÜNTSCHER, G., The Küntsch method of intra-medullary fixation.  
J. Bone Jt. Surg., 40A: 17-26, 1958.
- KÜNTSCHER, G., Die Behandlung der Drehbrüche des Unterschenkels.  
Chir. Praxis 2,3: 227-236, 1959.
- KÜNTSCHER, G., Die stabile Osteosynthese.  
Arch. Klin. Chir. 270: 444-446, 1951.
- KÜNTSCHER, G., Zur Marknagelung des Trümmerbrüches.  
Chirurg. 31: 503-505, 1960.
- KÜNTSCHER, G., Die Behandlung der "total verdorbenen Fraktur".  
Chirurg. 36, 25-29, 1965.
- KÜNTSCHER, G., 25 Jahre Marknagelung.  
Zbl. Chir. 90, 45: 2257-2263, 1965.
- LANGE, M., Die Gefahren und Fehler der Osteosynthese.  
Z. Orthop. 9: 1, 1959.
- LANE, W.A., The Operative treatment of fractures.  
Med. Publ. Comp. Ltd., London 1914.
- LANE, W.A., The treatment of fractures.  
Lancet, jan.31, 263-264, 1925.
- LEITZ, G., Typische Komplikationen nach Osteosynthesen und ihre mechanischen Ursachen.  
Arch. Orthop. Unfall Chir. 64: 285, 1968.
- LEMMENS, H.A.J., Primaire stabilisatie van onderbeensfracturen.  
Ned. T. Geneesk., 111 (6): 283, 1967.
- LEMMENS, H.A.J., De compressienagel bij distale tibiafracturen.  
Ned. T. Geneesk., 112, 51: 2334, 1968.
- LEWIS, K.M., BREIDENBACH, L., The Stader reduction splint for treating fractures of the shafts of the long bones.  
Ann. Surg. 116: 623, 1942.
- LINDAHL, O., Rigidity of immobilization of oblique fractures.  
Acta Orthop. Scand. 35: 39-50, 1964.
- LINDAHL, O., The rigidity of fracture immobilization with plates.  
Acta Orthop. Scand. 38: 101-114, 1967.
- LINDAHL, O.; LINDGREN, A.G.H., Cortical bone in man I and II.  
Acta Orthop. Scand. 38: 133-147, 1967.
- LINDAHL, O.; LINDGREN, A.G.H., Cortical bone in man III.  
Acta Orthop. Scand. 39: 129, 1968.
- LINDEN, O., Treatment of oblique fractures of the shaft of the tibia.  
Acta Chir. Scand. 80: 365, 1938.
- LOTES, J.O.; HILL, U.J.; KEY, A., Closed reduction, plate fixation and medullary nailing of fractures of both bones of the leg.  
J. Bone Jt. Surg. 38A: 861, 1952.
- LYON, W.F.; COCHRAN, J.R., SMITH, L., Actual holding power of various screws in bone.  
Ann. Surg. 114 (3): 376, 1941.
- MAREK, F.M., Treatment of fractures of shaft of tibia by intramedullary fixation with Lottes Nail.  
Amer. J. Surg. 91: 204-210, 1956.
- MARSHALL, D.V., Three-side plate fixation for fractures of the femoral and tibial shafts.  
J. Bone Jt. Surg. 40A: 323-345, 1958.
- MATTER, P.; GUT, G., Ergebnisse der offenen Unterschenkel-frakturen im Churer Krankenhaus.  
Z. Unfallmed. Berufskr. 57: 308, 1964.



- McCOLLOUGH, C.; VAN ATTA, L., Statistical Concepts.  
Mc Graw-Hill Book Company N.Y. 1963.
- McLAUGHLIN, H.L., Trauma.  
W.B. Saunders Co. Philadelphia 1959.
- McLAUGHLIN, H.L., e.a.; Open reduction and internal fixation of fractures of the long bones.  
J. Bone Jt. Surg. 31A: 94, 1949.
- MEILLÈRE, J., Fractures de jambe bifocales et segmentaires polyfragmentaires.  
Rev. Chir. Orthop. 51: 35, 1964.
- MERCKELBACH, J.W., Een patiënt met een onderbeensfractuur.  
Ned. T. Geneesk. 111 (6): 265, 1967.
- MERLE d'AUBIGNE, R.; FRANC, C., Traitement des fractures ouvertes de jambe.  
Acad. Chir. 84: 498, 1958.
- MOORE, S.T., e.a., Fractures of the tibial shaft in adults.  
South. Med. J. 55: 1178, 1962.
- MORITZ, J.R., e.a., Spiral fractures of the tibia: Long term results of Parham band fixation.  
J. Trauma, 2: 147, 1962.
- MULDERS, E.M.J.; DEN OTTER, G., Corrosie en corrosie-ziekte.  
Ned. T. Geneesk., 107 II: 51, 1963.
- MÜLLER, M.E.; VASEY, H., A propos des fractures diaphysaires ouvertes.  
Acta Orthop. Belg., 28 (4): 506-510, 1962.
- MÜLLER, M.E., Zur stabilen Osteosynthese in der Frakturbehandlung.  
Praxis, 54 (22): 672-673, 1965.
- MÜLLER, M.E., Zur Frage der primären Frakturheilung nach Osteosynthese.  
Dtsch. Med. Wschr., 90 (53): 2366-2367, 1965.
- MÜLLER, M.E., Zur Druckosteosynthese.  
Z. Unfallmed. Berufskr., 49: 136-144, 1956.
- MÜLLER, M.E.; ALLGEWER, M.; WILLENEGGER, H., Technique of Internal Fixation of Fractures.  
Springer Verlag, New York 1965.
- MÜLLER, M.E.; ALLGÖWER, M., Die Gemeinschaftserhebung der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen.  
Arch. Klin. Chir., 304: 808, 1963.
- MÜLLER, M.E., Principes d'ostéosynthèse.  
Helv. Chir. Acta, 28: 198, 1961.
- MÜLLER, M.E., persoonlijke mededeling, 1968.
- MURRAY, C.R., The detailed operative technique for open reduction and internal fixation of fractures of the long bones.  
J. Bone Jt. Surg., 26: 307, 1944.
- MURRAY, C.R., Primary operative fixation in fractures of long bones in adults.  
Amer. J. Surg., 51: 739, 1941.
- MURRAY, W.R.; LUCAS, D.B., Stabilization of fresh fractures and osteotomies by the two-Plate method.  
J. Bone Jt. Surg., 48A (9): 1966.
- NADEN, J.R., External skeletal fixation in the treatment of fractures of the tibia.  
J. Bone Jt. Surg., 31A: 3, 1949.
- NELSON, G.E., e.a., Blood supply of the human tibia.  
J. Bone Jt. Surg., 42A (4): 625-636, 1960.
- NICOLL, E.A., Fractures of the tibial shaft.  
J. Bone Jt. Surg., 46B (3): 373-387, 1964.
- NILSSON, B.; EDWARDS, P., Age and fracture healing.  
Geriatrics febr. 1969.

- NUMMI,P., Zur Behandlung der Fraktur in der distalen Hälfte des Unterschenkels mit einem Doppeldrahtgipsverband bei freiem Knie.  
Acta Chir. Scand. suppl. 370, 1966.
- OWEN,R.; TSIMBOUKIS,B., Ischaemia complicating tibial and fibular fractures.  
J. Bone Jt. Surg., 49B, 2, may 1967.
- PATEL,J.; LATASTE,J., Quatre vingt cas vus et traités en six ans de fractures de jambe ouvertes fraiches.  
Acad. Chir., 84: 491, 1958.
- PETERSON,L.T., Fixation of bones by plates and screws.  
J. Bone Jt. Surg., 29: 325, 1947.
- PETROKOV,V., Die Kompressionsosteosynthese.  
Acta Chir. Jugosl., I: 48, 1956.
- PETROKOV,V., Die Biomechanik der Kallusbildung und experimentelle Bewertung der Druckosteosynthese.  
Bruns' Beitr. Klin. Chir., 205: 265, 1962.
- PHEMISTER,D.B., Biologic principles in the healing of fractures and their bearing on treatment.  
Ann. Surg., 133, april 1951.
- POMES,H., De behandeling van vertraagde consolidatie bij onderbeensfracturen door middel van een bottransplantaat.  
Ned. T. Geneesk. 112, (51): 2335, 1968.
- PRESKE,G., Kompressionsbehandlung von Schrägbrüchen durch Spanndrahtumschlingung.  
Chirurg, 26: 368-371, 1955.
- PUGH,P.D.G., HESKETH,K.T., Naval experience of compression plating of fractures.  
Proc. Roy. Soc. Med. 61, (10): 982, 1968.
- RATCLIFF,A.H.C., Fractures of the shaft of the femur and tibia in the same limb.  
Soc. of Med. 61, (9): 906, 1968.
- REHN,J., Die osteosynthese nach Danis.  
Arch. Klin. Chir. 276: 234, 1953.
- REINALDA,R., De operatieve behandeling van de schuine onderbeensfractuur met behulp van de schuifplaat volgens Eggers.  
Diss. Groningen 1959.
- REINALDA,R.; VONK,J., Immobilisation with Eggers' Plate (Internal Contact Splint) in the treatment of fractures of the lower leg.  
Arch. Chir. Neerl., XV, 111, 1963.
- REYNOLDS,F.C., KEY,J.A., Fracture healing after fixation with standard plates, contact splints and medullary nails.  
J. Bone Jt. Surg., 36A: 577, 1954.
- RICHON,A.; LIVIO,J.J.; SAEGESESSER,F., Les réfractures après ostéosynthese par plaque à compression.  
Helvet. Chir. Acta, 34, I-II: 49, 1967.
- REYNOLDS,F.C.; ZAEPFEL,F., Management of chronic osteomyelitis secondary to compound fractures.  
J. Bone Jt. Surg., 30A: 331, 1948.
- ROBERT,H.G., Fractures fermées de jambe et: Fractures ouvertes de jambe.  
In: Encyclopédie medico-Chirurgicale: section os-articulations. Fract., lux., fasc. 14060, 1953.
- ROHLEDERER,O., Ergebnisse der Behandlung von Unterschenkelbrüchen.  
Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 84: 168, 1953.
- SARMIENTO,A., A functional Below-the-Knee cast for tibial fractures.  
J. Bone Jt. Surg., 49A: 855-875, 1967.



- SCAGLIETTI, O.; CASUCCIO, C., Studio sperimentale degli effetti della immobilizzazione su articolazioni normali.  
Chir. degli Org. Mov. XXI, (VI): 469, 1936.
- SCALES, J.T.; WINTER, G.D.; SHIRLEY, H.T., Corrosion of orthopaedic implants, screws, plates and femoral nail-plates.  
J. Bone, Jt. Surg., 41B, 4: 810-820, 1959.
- SCHECK, M., Treatment of comminuted distal tibial fractures by combined dual-pin fixation and limited open reduction.  
J. Bone, Jt. Surg., 47A, 8, dec. 1965.
- SCHENK, R., Zum histologischen Bild der sogenannten Primärheilung der Knochen-kompakta nach experimentellen Osteotomien am Hund.  
Experientia, 15, XI: 593-595, 1963.
- SCHENK, R.; WILLENEGGER, H., Zur Histologie der primären Knochenheilung.  
Arch. Klin. Chir., 308: 440-452, 1964.
- SCHENK, R., Primary Healing of Fractures.  
The Roche Courier vol. XVIII no.5: 17-24, 1963.
- SCHNEIDER, R., Die Marknagelung der Tibia.  
Helvet. Chir. Acta, 28: 1-7, 1961.
- SCHRUMPELINCK, W.; JANTZEN, P.M., Ergebnisse der Behandlung von Unterschenkel-brüchen mit dem Drahtumschlingung.  
Bruns' Beitr. klin. Chir., 187: 129-148, 1953.
- SCHWARTZ, D.J., Some complications following open reduction of closed fractures.  
Surg. Clin. North Amer., 41: 2, 1961.
- SEGMÜLLER, G.; CORRODI, E.; KESSLER, G., Ergebnisse der Tibiaosteosynthese. Unter-suchungen an drei geschlossenen Serien von insgesamt 462 Fällen.  
Z. Unfallmed. Berufskr., 57: 252, 1964.
- SEGMÜLLER, G.; ALLGÖWER, M., Realität und Relativität der primären Knochenheilung.  
Chirurg. 36, 11: 504-508, 1965.
- SEGMÜLLER, G., Bone repair and internal fixation.  
Prog. Surg., 5 (Karger, Basel/New York) 1966.
- SENGER, W.; NORMAN, J.S., One thousand consecutive fractures of both bones of the leg.  
Surg. Gynec. Obstet. 60: 516, 1935.
- SHAAR, C.M.; KREUZ, F.P.; JONES, D.T., End results of treatment of fresh fractures by the use of the Stader Apparatus.  
J. Bone Jt. Surg., 26: 471, 1944.
- SLÄTIS, P.; ROKKANEN, P., Closed intramedullary nailing of tibial shaft fractures.  
Acta Orthop. Scand., 38: 88-100, 1967.
- SLÄTIS, P.; ROKKANEN, P., Conservative treatment of tibial shaft fractures. Principles and results of treatment.  
Acta Chir. Scand., 134: 41, 1968.
- SLIKKE, W.v.d., Demonstratie van patiënten behandeld volgens het AO-principe.  
Ned. T. Geneesk., 111, 6: 284, 1967.
- SOLHEIM, K., Disabilities after shaft fractures of the bones of the leg.  
Acta Chir. Scand., 119: 280-287, 1960.
- SØRENSEN, K.H., Treatment of delayed union and non-union of the tibia by fibular resection.  
Acta Orthop. Scand. 40: 92, 1969.
- SPEECKAERT, M., De behandeling van onderbeensfracturen.  
Ned. T. Geneesk., 111, (19): 895, 1967.
- SPENCER, G.E., Intramedullary fixation in fractures of the shaft of the tibia.  
Surg. Clin. North Amer., 41: 2, 1961.



- SPOHN,K., Bericht über 1000 in den Jahren 1945-1952 behandelte Brüche des Unterschenkels.  
Arch. Klin. Chir., 276: 759, 1953.
- STANKOWITS,P.; SANDER,E., Ueber die primäre Marknagelung komplizierter Frakturen an den unteren Extremitäten.  
Chirurg, 38, 10: 454, 1967.
- VAN STAVEREN,C., Fractuurbehandeling.  
Ned. T. Geneesk., 100-I, (12): 861, 1956.
- STEPHENS,J.G.; ANDERSEN,M.N., An analysis of open and closed treatment of fractures of the tibial shaft.  
Canad. J. Surg. 4: 65, 1960.
- STEVENS,D.B., Postoperative Orthopedic Infections.  
J. Bone Jt. Surg., 46A: 96, 1964.
- STRAUMANN,F., e.a., Neuere experimentelle und klinische Ergebnisse über die Metallose.  
Arch. Klin. Chir., 305,I: 21-28, 1963.
- STROBEL,C.J.; INDECK,W., Fractures of the tibia. An analysis of treatment at Minneapolis General Hospital.  
Minn. Med. 43: 469, 1960.
- SUERMONDT,W.F., Enkele moeilijkheden bij de behandeling van beenbreuken in de praktijk.  
Ned. T. Geneesk., 74, 12: 1437, 1930.
- TOROK,G.; SERFATI,A., Treatment of fractures of the tibial shaft.  
Harefuah 63: 467, 1962.
- TRAVIS,L.O., Tibial shaft fractures problems in management.  
J. Amer. med. Ass., 64 (11): july 1957.
- TROJAN,E.; JAHNA,H., Konservative Behandlung der Brüche am distalen Ende des Unterschenkels.  
Arch. Klin. Chir. 313: 526, 1965.
- TRUEJA,J., The role of the vessels in osteogenesis.  
J. Bone Jt. Surg., 45B (2): 402-418, 1963.
- TRUEJA,J.; CAVADIAS,A.X., Vascular changes caused by the Küntscher type of nailing.  
J. Bone Jt. Surg., 37B: 492, 1955.
- TUCKER,J.T.; WATKINS,F.P.; CARPENTER,E.B., Conservative treatment of fractures of the shaft of the tibia.  
J. Amer. med. Ass., 802, november 1961.
- TUERLINCKX,D.; STRELI,R., Le traitement des fractures récentes de la diaphyse tibiale par enclouage médullaire à foyer fermé.  
Acta Orthop. Belg., 29: 5, 1963.
- URIST,M.R.; MAZET,R.; MCLEAN,F.C., The pathogenesis and treatment of delayed union and non-union.  
J. Bone Jt. Surg., 36A, 5: 931, 1954.
- USADEL,G., Die primäre temporäre Drahtumschlingung der subcutanen Spiralfaktur.  
Chirurg, 21: 96, 1950.
- VELISKAKIS,K.P., Primary internal fixation in open fractures of the tibial shaft.  
J. Bone Jt. Surg., 41B: 342, 1959.
- VENABLE,Ch.S.; STUCK,W.G., Results of recent studies and experiments concerning metals used in the internal fixation of fractures.  
J. Bone Jt. Surg. 30A: 247, 1948.
- VENABLE,Ch.S., An impacting bone plate to attain closed coaptation.  
Ann. Surg. 133: 808, 1951.
- VENABLE,Ch.S.; STUCK,W.G., Electrolysis controlling factor in the use of metals in treating fractures.  
J. Amer. Med. Ass., 111: 15, 1938.

- VERBEEK,O., Osteosynthesis and the Lane technique.  
Amer. J. Surg., 90: 410, 1955.
- VERBRUGGE,J., A new clamp for use in fracture surgery.  
J. Bone Jt. Surg., 35A: 773, 1953.
- VERDAN,C., Les ostéites traumatiques chroniques du membre inférieur.  
Z. Unfallmed. Berufskr., 50: 185, 1957.
- WADE,P.A.; CAMPBELL,R.D., Open versus closed methods in treating fractures of the leg.  
Amer. J. Surg. 95: 599, 1958.
- WAGNER,H., Neue Osteosyntheseschrauben und ihre Gewebsverträglichkeit.  
Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 418, 1962.
- WAGNER,H., Die Einbettung von Metallschrauben im Knochen und die Heilungsvorgänge des Knochengewebes unter dem Einfluss der stabilen Osteosynthese.  
Arch. Klin. Chir., 305: 28, 1963.
- WATSON JONES,R.; COLTART,W.D., Slow union of fractures with a study of 804 fractures of the shaft of the tibia and femur.  
Brit. J. Surg., 30: 260, 1943.
- WATSON JONES,R., Adhesions of joints and injury.  
Brit. med. J., 925, may 1936.
- WATSON JONES,R., Fractures and joint injuries.  
Livingstone Ltd., London 1952.
- WEBER,B.G., Die Verletzungen des oberen Sprunggelenkes.  
Verlag Hans Huber, Bern 1966.
- WEISSMAN,S.L.; HEROLD,H.Z., Treatment of tibial shaft fractures.  
Harefuah 63: 462, 1962.
- WEISSMAN,S.L.; HEROLD,H.Z.; ENGELBERG,M., Fractures of the middle two-thirds of the tibial shaft.  
J. Bone Jt. Surg., 48A: 257, 1966.
- WENGER,H.L., Shaft fracture immobilization without plaster.  
Amer. J. Surg., 65: 382, 1944.
- WENGER,H.L., A new method of bone plating.  
Surgery, 20: 541, 1946.
- WHITE,E.H.; RADLEY,T.J.; EARLY,N.N., Screw stabilization in fractures of the tibial shaft.  
J. Bone Jt. Surg., 35A: 749, 1953.
- WICKSTRÖM,J., Surgical mechanics of the internal fixation of fractures.  
J. Bone Jt. Surg., 46A: 397-400, 1964.
- WICKSTRÖM,J.; HAMILTON,R.; RODRIGUEZ,R.P., Evaluation of the AO-compression apparatus; a preliminary report.  
J. Trauma, 7: 210, 1967.
- WIESER,C.; ALLGÖWER,M., Die Beurteilung der Knochenheilung nach stabiler Osteosynthese im Röntgenbild.  
Radiol. Clin. (Basel), 31: 297-303, 1962.
- WIGGINS,H.E.; BUNDENS,W.D.; PARK,B.J., Complications following open reduction and plating of fractures of the tibia.  
Amer. J. Surg., 86 II: 273, 1953.
- WILLENEGGER,H., Fragen der operativen Frakturbehandlung.  
Arch. klin. Chir., 276: 173, 1953.
- WILLENEGGER,H.; ROTH,W., Die antibakterielle Spüldrainage als Behandlungsprinzip bei chirurgischen Infektionen.  
Dtsch. med. Wschr., 87: 1485, juli 1962.
- WILLENEGGER,H., e.a., Methodik und vorläufige Ergebnisse experimenteller Untersuchungen über die Heilvorgänge bei stabiler Osteosynthese an Schaftfracturen.  
Arch. klin. Chir., 301: 846, 1962.

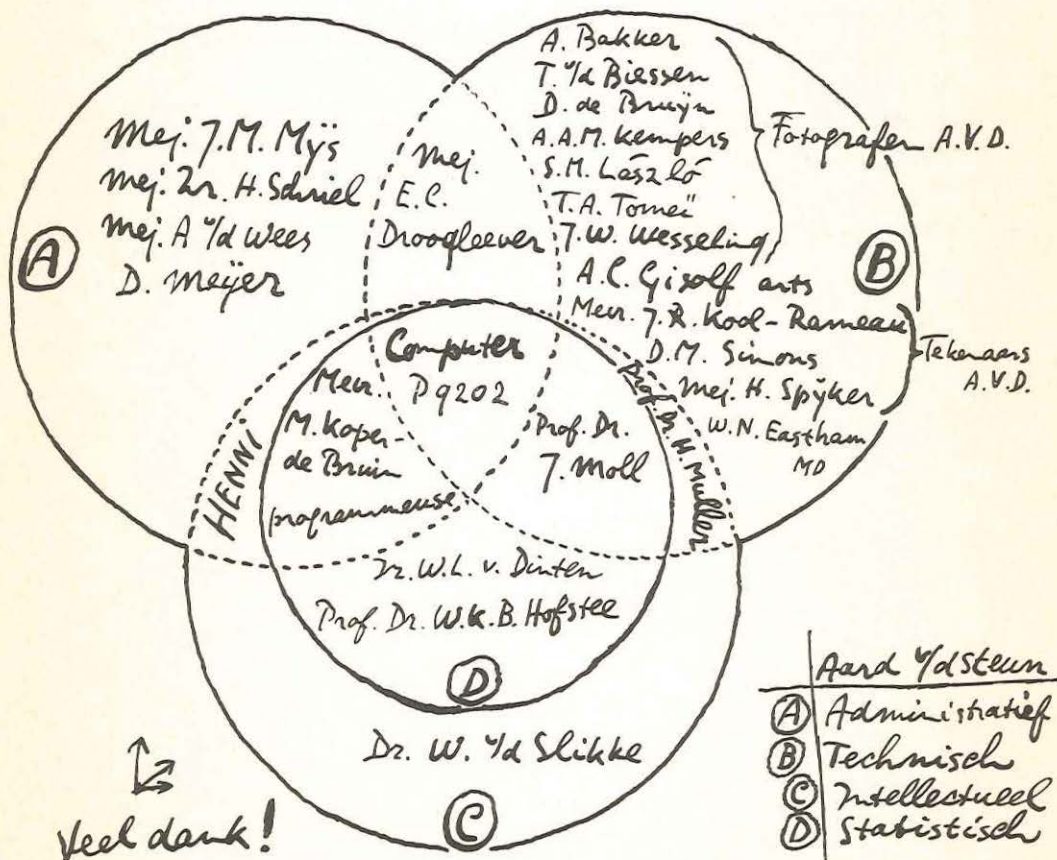
- WILLENEGGER,H., Persoonlijke mededeling 1966.
- WILLIAMS,E.M., Wound infection following elective orthopedic procedures.  
South. Med. J. 61 (5): 497, 1968.
- WITT,A.N., Die Drahtumschlingung der Unterschenkelspiral- und -Schrägbrüche.  
Arch. klin. Chir., 276: 232, 1953.
- WITTEBOL,P., "Fixateur externe" bij gecompliceerde onderbeensfracturen.  
Ned. T. Geneesk., 106 (II) 48: 2459, 1962.
- ZADIK, Primary internal fixation of compound fractures.  
J. Bone Jt. Surg., 35B: 146, 1953.
- ZAMBAUX,R., Contribution a l'étude de l'ostéotaxis du Docteur Hoffmann.  
Thèse Paris 1957.
- ZIMMERMANN,H., Fehlerhafte Osteosynthesen.  
Helvet. Chir. Acta, 34 I-II: 44, 1967.
- ZUCMAN,J.; MAURER,P., L'enclouage centro-médullaire du tibia dans le traitement des fractures diaphysaires de jambe récentes de l'adulte.  
Rev. Chir. Orthop., 51 (5): 475, 1965.
- ZUCMAN,J., e.a., Fractures récentes de jambe traitées par enclouage.  
Acta Orthop. Belg., 33: 15, 1967.
- ZWAAN,A., De inwendige fixatie van fracturen (methode Rush).  
Ned. T. Geneesk. 106: 9-12, 1962.





# Naschrift.

Dit proefschrift kwam tot stand in de afdelingen Traumatologie en Chirurgie van het ziekenhuis Dijkzigt te Rotterdam. De schrijver onder-  
vond bij dit proces veel hulp van de hieronder genoemde personen op een wijze die - naar hij hoopt - uit onderstaand schema duidelijk wordt



## CURRICULUM VITAE

De schrijver van dit proefschrift werd geboren te Marum (Gr) in 1934. Hij doorliep het Stedelijk Gymnasium te Leeuwarden en studeerde vervolgens geneeskunde te Groningen, waar hij in februari 1962 het artsexamen aflegde. Hij vervulde zijn militaire dienstplicht te Soesterberg.

In oktober 1963 begon in het Dijkzigtziekenhuis te Rotterdam zijn chirurgische opleiding, die grotendeels onder leiding stond van C. van Staveren en in juni 1968 door Prof. Dr. H. Muller werd voortgezet.

Na zijn inschrijving in het specialistenregister in oktober 1969 werd hij als wetenschappelijk hoofdamtenaar verbonden aan de afdeling Heelkunde van het Academisch Ziekenhuis Dijkzigt.

Hij is gehuwd en vader van vier kinderen.